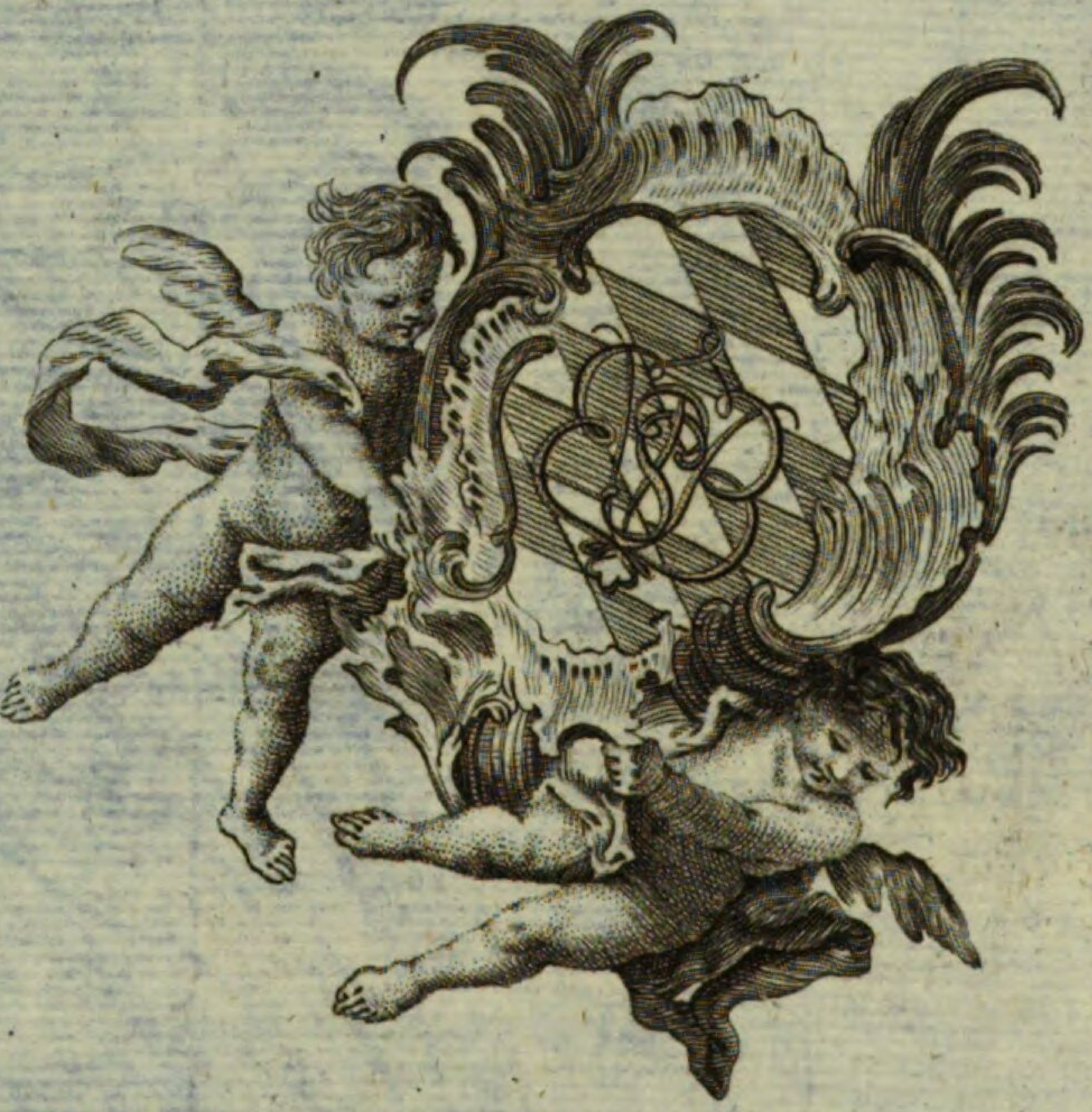


m

4° M. appl. 18. (1

Mathem.
Geog. p. 1117.

R

Anleitung

zur

mathematiſchen phyſiſchen und Staats-

Geographie

von

G. W. Bartholdy

Profeſſor der Mathematik am Gymnaſium zu Stettin.

Erſter Theil.

Mit Karten und Kupfern.

Zweite vermehrte und verbeſſerte Auflage.

Berlin, 1801.

Bei Wilhelm Oemigke dem Jüngern

(Preis 2 Rthlr. 12 Gr.)

Bayerische Staatsbibliothek München

Inhalt.

Allgemeine Erdbeſchreibung.

Erſtes Hauptſtück. Mathematiſche Erdbeſchreibung.

I. Von der Geſtalt der Erde 1
II. Die tägliche Bewegung der Erde und die Entſtehung von Tag und Nacht . . . 22
III. Von der Mittellinie und der verſchiedenen Breite auf der Erde 33
IV. Von den Mittagskreiſen, der Lage der Erde und der daher rührenden Erſcheinungen . 42
V. Von dem Geſichtskreiſe und Weltgegenden 62
VI. Von der Sonnenbahn, dem Wechſel der Jahre und der Tage . . . 66
VII. Von den kleinern Kreiſe der Erde, den Wende- und Angelkreiſen . . . 76
VIII. Von den Abtheilungen der Erde nach Halbkugeln ꝛc. 81
IX. Von der Abtheilung der Erde nach Erdſtrichen 89
X. Von der Dauer des längſten Tages 95
XI. Von den Maaßen auf der Erde 98
XII. Von den Meſſungen auf der Erde und den Landkarten 108
XIII. Von der Sonne, dem Monde und den Himmelskörpern überhaupt . . . 139
XIV. Von der Zeitrechnung 164

Allgemeine Erdbeſchreibung.

Zweites Hauptſtück. Phyſiſche Erdbeſchreibung.

Einleitung 174
I. Von dem feſten Lande. 1) die Berge 176
2) Die Erdrinde und die Höhlen 207
3) Von Verſteinerungen und Ueberbleibſeln organiſcher Geſchöpfe und der Erde . 209
II. Von dem Meere. 1) Allgemeine Merkwürdigkeiten 218
2) Ebbe und Fluth 226
3) Andere Bewegungen des Meeres 232
4) Quellen und Flüſſe 237
III. Von dem Luftkreiſe, 1) Allgemeine Merkwürdigkeit 248
2) Die Winde 251
3) Von den Lufterſcheinungen und der Witterung 258
IV. Von den Veränderungen des Erdbodens, Erdbeben, Vulkane . . . 261

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Einleitung

in

die allgemeine Erdbeſchreibung.

Die Erdbeſchreibung erklärt ſich ſchon durch ihren Namen: ſie beſchreibt die Erde, d. h. ſie lehrt uns den Zuſtand tnnd die Beſchaffenheit der Erde kennen. *) Sie ſtellt uns als Beſchreibung der Erde das vor, was da iſt; ſie iſt daher von der Geſchichte der Erde verſchieden, die uns das erzählt, was da war und geſchah. Indem wir den gegenwärtigen Zuſtand, der Erde kennen lernen, werden wir gewahr, daß er nicht immer ſo war, wie er jetzt iſt, daß er eine Folge von Veränderungen iſt. Unwillkührlich wird unſer Blick zur Vergangenheit hinaufgezogen, und wir kehren mit neuen befriedigten Aufſchlüſſen über die Gegenwart zurück. Beſchreibung und Geſchichte der Erde ſind daher unzertrennlich verſchwiſtert. — Unter dem Wort Erde im weiteſten Sinne, als die Schöpferin von Allem was iſt und war, begreifen wir die ganze Natur, oder die Anſicht

*) Erdkunde, Erdkenntniß, Erdbeſchreibung, Geographie. Kunde und Kenntniß ſind in Anſehung der Gegenſtände verſchieden, auf welche ſich unſer Wiſſen erſtreckt. Kunde geht mehr auf das, was wir durch Eindrücke von außen, Kenntniß mehr auf das, was wir durch Begriffe des Verſtandes, wiſſen. Wir haben Kunde von Thatſachen, von Begebenheiten; von wiſſenſchaftlichen Gegenſtänden, ſie mögen auf Lehren oder Thatſachen beruhen, haben wir Kenntniß und keine Kunde. Der Begriff von Kenntniß iſt weiter und geht mehr auf das Philoſophiſche; der von Kunde iſt enger und geht mehr auf das hiſtoriſche. — Erdbeſchreibung und Geographie ſind völlig gleichbedeutende Namen. Geographie iſt ein aus Erde und Beſchreibung zuſammengeſetztes, griechiſches Wort, beide werden nur in objectiven Sinne gebraucht; Erdkunde und Erdkenntniß hingegen im ſubjectiven. Unter den beiden erſten verſteht die Erdbeſchreibung die in Büchern vorhanden iſt; unter den beiden letztern die Erdbeſchreibuug die ſich Jemand erworben hat. Geographiſch kann nicht anders als umſchrieben werden: zur Erdbeſchreibung gehörig, nur in einigen Fällen kann man das deutſche Adjectiv erdbeſchreibend überſetzt gebrauchen.

aller Dinge, die auf derſelben Leben und Daſeyn haben. Mögen wir anfangen, die Erde als Körper für ſich, oder als Wohnplatz der auf derſelben ſich befindlichen Dinge zu betrachten, ſo werden wir bei dem unaufhaltſamen Streben unſers Geiſtes nach Einheit und Wahrheit, nach Urſach und Wirkung, von jenem zu dieſem, und von dieſem zu jenem zurückgewieſen: die Sinnerkenntniſſe, die uns Beſchreibung und Geſchichte der Erde liefert, knüpfen unvermerkt ein Band mit Vorſtellungen, deren Gegenſtände keine Anſchauungen, ſondern Begriffe des Verſtandes und Urtheile der Vernunft ſind, und wir ſehen auf dieſem Wege die allgemeine Erdbeſchreibung ſich zur philoſophiſchen Erdkenntniß erheben. —

Um zu ſolchen Erkenntniſſen der Erde und ihrer Bewohner, die uns zur höchſten Bewunderung hinreißen, zu gelangen, müſſen wir zu den Elementen derſelben zurückkehren; und indem wir die Erdbeſchreibung in ihrem engeren Sinne betrachten, ſchränken wir entweder die Zeit, oder den Raum, oder den Inhalt derjenigen Kenntniſſe ein, die man unter dieſen Namen vorträgt.

Was die Zeit anbetrifft, ſo werden die Nachrichten von dem Zuſtande der Erde, vor der jetzt gewöhnlichen Zeitrechnung, in der alten — ſeit der Entſtehung der chriſtlichen Religion bis zum ſechszehnten Jahrhunderte, in der mittlern — und ſeit der Trennung der chriſtlichen drei Hauptparteien bis jetzt, in der neuen Erdbeſchreibung geſammelt. Die neueſte Erdbeſchreibung, mit welcher vorzüglich wir unſere Leſer näher bekannt zu machen wünſchen, beſchäftigt ſich mit dem gegenwärtigen Zuſtande der Erde und ihrer Bewohner.

In Anſehung des Raums kann man entweder die ganze Erde betrachten (Erdbeſchreibung im eigentlichen Sinne, allgemeine Erdbeſchreibung); oder Nachrichten von einzelnen Theilen derſelben liefern, die, nach dem Umfange dieſer Theile entweder zu einer Landbeſchreibung (Chorographie), oder zu einer Ortbeſchreibung (Topographie) gehören.

In Rückſicht auf den Inhalt theilt ſich der große Stamm der allgemeinen Erdbeſchreibung in drei ſehr verſchiedenartige Hauptäſte.

Wenn man nämlich bloß auf Geſtalt, Größe und Bewegungen der Erde, ſamt den davon herrührenden Erſcheinungen auf derſelben, ſo wie zugleich auf die Mittel ſieht, wodurch man die Lage der Oerter auf der Erdfläche und ihre Entfernungen von einander beſtimmen kann; ſo heißen dieſe Kenntniſſe zuſammen genommen, weil ſie ſämtlich nicht ohne Einſicht in die Größenlehre (Mathematik) erlangt werden können, die mathematiſche Erdbeſchreibung.

Will man die natürliche Beſchaffenheit der Erde überhaupt, die Verſchiedenheiten ihrer Oberfläche nach Land und Bergen, Meeren und Flüſſen, ihre mancherlei Erzeugniſſe an Thieren, Pflanzen und lebloſen Körpern, nebſt den Eigenſchaften und Erſcheinungen des ſie umgebenden Luftkreiſes, betrachten; ſo heißt dies die natürliche (phyſiſche) Erdbeſchreibung.

Aber ein großer Theil von dem, was wir jetzt auf der Erde finden, iſt nicht das Werk der Natur, ſondern des Menſchen. Er hat Städte und Dörfer darauf erbauet, getrennte Flüſſe verbunden, den Lauf der Ströme geändert, Berge geebnet, Sümpfe ausgetrocknet, Waldungen, Wüſten und Haiden in fruchtbare Fluren verwandelt: man würde alſo ohne Rückſicht auf den Menſchen, nicht einmal von dem Zuſtande der Erde Rechenſchaft geben können. Ueberdieß iſt uns die Erde nur dadurch vorzüglich wichtig, daß ſie der Wohnplatz des menſchlichen Geſchlechts iſt. Wie ſollte alſo nicht der Erdbeſchreiber die Verſchiedenheiten des einzelnen Menſchen und der menſchlichen Geſellſchaften, ſamt ihren mancherlei Verhältniſſen, bei jedem Schritte zu dem vorzüglichſten Gegenſtande ſeiner Beobachtung machen! Nichts kann ihm willkommener ſeyn, als den Zuſammenhang zwiſchen den Eigenthümlichkeiten einer Gegend und ihrer Bewohner zu bemerken und in jenen die Erklärung für dieſe zu finden. Nachrichten dieſer Art, der nützlichſte und anziehendſte Theil der Erdbeſchreibung, würden aber gar nicht verſtändlich ſeyn, wenn man nicht eine Ueberſicht von den weſentlichen Eigenſchaften und Vermögen des Menſchen, von ihrer Veränderlichkeit und Entwickelung und von den Urſachen derſelben, ſo wie von den menſchlichen Trieben, Neigungen und Bedürfniſſen, und ihren Befriedigungsmitteln beſäße, welche theils von der Natur dargeboten, theils von dem Menſchen ſelbſt, durch größere oder geringere Anſtrengung ſeiner geiſtigen oder körperlichen Kräfte, mit mehr oder minder glücklichem Erfolge, ihrer Freigebigkeit abgewonnen, oder ihrem Widerſtande abgenöthigt

ſind. Den Inbegriff dieſer Kenntniſſe kann man die menſchliche, oder, da ſich die menſchlichen Fähigkeiten und Anlagen nur in der Geſellſchaft entwickeln, die geſellſchaftliche Erdbeſchreibung, oder die allgemeine Staatenkunde, nennen.

Da die jetzt beſchriebenen dreierlei Vorkenntniſſe nothwendig ſind, um die Nachrichten von den einzelnen Ländern und deren Bewohnern in der beſondern Erdbeſchreibung beſſer und leichter zu verſtehen; ſo wird es gewiß Niemand gereuen, ſich wenigſtens das nothwendigſte aus denſelben, zu erwerben.

Allgemeine Erdbeſchreibung.

Erſtes Hauptſtück.

Die mathematiſche Erdbeſchreibung.

I.

Von der Geſtalt und Größe der Erde.

Die Erde für ſich allein betrachtet, ſcheint uns allenthalben, wo wir uns auch auf ihr befinden mögen, eine große, im Ganzen, wenn man einige Erhöhungen und Vertiefungen berechnet, ebene Fläche von unbeſtimmbarer Dicke. Um dieſen Schein zu berichtigen und die wahre Geſtalt des Erdkörpers kennen zu lernen, müſſen wir unſern Blick gen Himmel richten.

In der Sternwiſſenſchaft (Aſtronomie) wird bewieſen, daß jede Mondfinſterniß daher entſteht, weil ſich die Erde in gerader Linie zwiſchen dem Monde und der Sonne befindet, alſo ihren Schatten auf den Mond wirft. Dieſer Erdſchatten, der alsdann einen Theil der Mondſcheibe unſerm Auge entzieht, zeigt ſich bei allen Mondfinſterniſſen auf der von ihm verdunkelten Mondſcheibe als kreisförmig, in welcher Richtung er auch immer auf den Mondkörper fallen mag. Da nun kein anderer Körper, außer einer Kugel nach allen Seiten hin, und unter allen Richtungen, einen kreisförmigen Schatten

werfen kann; ſo berechtigt uns dieſe Erſcheinung, der Erde eine kugelähnliche Geſtalt zuzuſchreiben.

Auch iſt es nur unter der Vorausſetzung, daß die Erde einer Kugel ähnlich ſey, zu begreifen, wie man endlich wieder auf dieſelbe Stelle kommen kann, wenn man in einer gleichförmigen Richtung auf der Erde fortreiſet, und die Behauptung von der Kugelgeſtalt der Erde wird daher durch die Thatſache, daß man mehr als einmal die Erde umſchifft hat, vollkommen bekräftigt. Die merkwürdigſten Reiſen um die Welt ſind, außer der von dem Portugieſen Hernand Magellans in den Jahren 1319 bis 1522 zu Stande gebrachten, vorzüglich die drei Umſchiffungen der Erde von dem berühmten Engländer Cook in den Jahren 1768 bis 1771, ferner von 1772 bis 1775, und endlich von 1776 bis 1780, auf welcher letzten dieſer um die Erdbeſchreibnng ſo wohlverdiente Seefahrer im Jahr 1779 von den Wilden auf der Inſel O-wai-hi im nördlichen Theile des großen Weltmeers ermordet ward. *) Die völligen Umſchiffungen der Erde ſind größtentheils in der Richtung von Morgen gegen Abend zu Stande gebracht, obgleich die beiden letzten von Cook unternommenen Reiſen zuweilen beträchtlich weit von

*) Unſere Erdkugel iſt ohngefähr dreißig mal von Seefahrern mehrerer Völker ſo umſegelt worden, daß ſie durch eine meiſtens nach einerlei Weltgegend fortgeſetzte Reiſe, ohne umzukehren, nach dem Orte ihrer Abreiſe wieder zurückgekommen ſind. Außer den oben erwähnten Reiſen dieſer Art führen wir hier noch folgende, als vorzüglich merkwürdig an. Franz Drake vollendete dieſe Reiſe vom Ende des Jahrs 1577 bis zum 16ten September 1580; William Dampier von 1589 bis 1591; Lord George Anſon von 1740 bis 1744; die Capitains Wallis und Carteret von 1766 bis 1769, und Bougainville zu gleicher Zeit von 1766 bis 1769. Zu den neueſten Unternehmungen dieſer Art gehört die Reiſe des, höchſt wahrſcheinlich im Südmeer verunglückten, franzöſiſchen Grafen de la Peyrouſe, der den erſten Auguſt 1785 aus Breſt ſegelte, den 25ſten Januar 1786 durch le Moire's Straße gieng, das Vorgebirge Horn an der mittäglichſten Spitze von Amerika umſchifte, an der weſtlichſten Seite von Amerika, beſonders an der Küſte von Chili und vom nördlichen Californien ſich aufhielt, im Anfange des Jahrs 1787 über den nördlichen großen Ocean von dort nach China fuhr, dann nordwärts zwiſchen Corea und Japan nach den wenig befahrnen Küſten der chineſiſchen Tartarei (Tunguſien, oder Amur-Land ſteuerte, dann im September 1787 die Halbinſel Kamſchatka erreichte, und gegen Ende des Januars 1788 in Botany-Bay auf Neu-Holland ankam, von wo an alle weitere Nachrichten über ihn fehlen. Durch die Nachrichten, welche die beiden im Herbſt 1791 unter d'Entrecaſteaux ihm nachgeſchickten Schiffe im Südmeere beim Anfange des Jahrs 1793 einzogen, wär es wahrſcheinlich, daß la Peyrouſe in den Korallen-Riefen an der Küſte von Neu-Kaledonien geſcheitert ſei. Auch d'Entrecaſteaux's Reiſe blieb wegen der nach dem Tode des Oberbefehlshabers ausgebrochenen Uneinigkeit zwiſchen dem Anführer d'Auribeau, der die weiße Cocarde aufſteckte, und dem republikaniſchen Theile ſeiner Begleiter, die er an die Holländer auf Java im Februar 1794 als Gefangene ablieferte, ohne den gewünſchten Erfolg. Glücklicher iſt der Engländer Vancouver auf ſeiner Reiſe um die Welt geweſen, die in den Jahren 1790 bis 1795 vollbracht ward, und deren Hauptabſicht dahin gieng, die Nord-Weſt-Küſte von Amerika genau zu unterſuchen und die Möglichkeit einer Durchfahrt durch das nördliche Amerika von Weſten nach Oſten, nebſt dem Daſeyn des dazu nothwendigen, in mehrern Schiffernachrichten für wirklich ausgegebenen mittelländiſchen Meers zu erforſchen.

dieſer Richtung abweichen; ſie beweiſen alſo, ſtrenge genommen, nichts mehr, als daß der Erdkörper in dieſer Richtung eine gleichförmig gekrümmte Fläche iſt. Bedenkt man aber, daß Schiffe auch gegen Mitternacht und gegen Mittag hin ſo weit geſegelt ſind, bis ſie wegen des in dieſen Gegenden häufigen Eiſes nicht weiter vorwärts zu dringen vermogten; daß ſie dennoch allenthalben auf ihrer Fahrt rund um ſich her ſehen konnten, ohne irgendwo eine Ecke wahrzunehmen; und daß ſie allenthalben die Spitzen der Thürme und der Berge, wenn ſie ſich dem Lande näherten, oder, wenn ſie ſich auf dem Meere befanden, die Spitzen der Klippen oder die Maſtbäume anderer Schiffe früher, als den untern Theil derſelben erblickten: ſo muß man aus dieſer letzten Erſcheinung ſchließen, daß die Erdfläche auch gegen Mitternacht und gegen Mittag, eben ſo wie gegen Morgen und Abend, nicht eben, ſondern gekrümmt iſt; weil auf einer vollkommenen Ebene die hohen Gegenſtände nicht mit der Spitze früher, ſondern von oben bis unten zugleich hätten in's Auge fallen müſſen. Zugleich beweiſet die allenthalben rundgefundene Geſtalt des Geſichtskreiſes, daß die Erde nirgends eckig, oder plötzlich abgeſchnitten, ſondern allenthalben gleichförmig gekrümmt iſt; denn an der Stelle, wo zwei Ecken zuſammenſtoßen, könnte der Geſichtskreis nicht vollkommen rund ſeyn; ſondern es würde ſich eine Lücke in ſeiner Rundung zeigen.

Die hohen Berge, welche es auf der Erde giebt, machen keinen bedeutenden Einwurf dagegen aus, daß ſie im Ganzen eine kugelähnliche Geſtalt habe. Denn auch die höchſten derſelben ſind, wie ſich unſere Leſer in der Folge ſelbſt davon überzeugen werden, im Vergleich mit dem ganzen Erdkörper, noch unbedeutender, als ein Sandkörnchen ſeyn würde, welches ſich an eine gewöhnliche Kegelkugel, oder an einen Ball angehängt hätte: und doch wird ein ſolches Körperchen uns niemals hindern, die Kugel oder den Ball für völlig kugelförmig gelten zu laſſen.

Nach den angeführten Gründen iſt alſo ſo viel gewiß, daß die Erde im Ganzen eine kugelförmige Geſtalt hat; allein dieſes hindert uns noch nicht, die Frage aufzuwerfen: ob denn die Erde auch eine vollkommene Kugel iſt? Sie könnte ja, der für ihre Kugelgeſtalt entſcheidenden Gründe ungeachtet, länglichrund, wie ein Ei oder wie eine Zitrone; oder auch an zwei entgegengeſetzten Punkten, wie eine Pommeranze etwas zuſammengedrückt ſeyn.

Um

Um dieſe Zweifel zu löſen, müſſen wir wieder unſer Auge gen Himmel richten. Da aber zu einer gründlichen Einſicht in die Auflöſung dieſer in der That nicht wenig ſchwierigen Aufgabe einige Vorkenntniſſe aus der Größenlehre erforderlich ſind, und nicht bei allen Leſern die gehörige Bekanntſchaft mit denſelben vorausgeſetzt werden kann; ſo will ich hier über die Möglichkeit, einen Winkel am Himmel zu meſſen, das Unentbehrlichſte vorausſchicken.

Unter einem Winkel verſtehen die Größenkundigen die Art, wie ſich zwei Linien gegen einander neigen: ſo iſt z. B. die erſte Figur der dritten Tafel ein Winkel, weil ſich die beiden Linien C A und B A ſo gegen einander neigen, daß ſie in dem Punkte A zuſammentreffen. Man nennt den Punkt des Zuſammentreffens (wie hier A) den Scheitelpunkt und die beiden Linien, deren Neigung gegen einander eben den Winkel bildet, die Schenkel des Winkels: und wenn man den ganzen Winkel namhaft machen will; ſo ordnet man die drei Buchſtaben, womit man ſeinen Scheitelpunkt und zwei andere Punkte ſeiner beiden Schenkel bezeichnet, dergeſtalt, daß der am Scheitelpunkt befindliche Buchſtab in der Mitte ſteht. (Man kann alſo den Winkel in Fig. 1 entweder C A B oder B A C nennen: die Stelle der beiden Punkte B und C in den Schenkeln iſt bei der Benennung gleichgültig, wenn nur der Buchſtab A als der zweite genannt wird.) Zuweilen kürzt man die Benennung der Winkel dadurch ab, daß man ſie, wenn keine Verwechſelung dabei möglich iſt, bloß nach einem nicht weit vom Scheitelpunkt außerhalb oder innerhalb geſetzten Buchſtaben bezeichnet. (Man kann alſo den Winkel in Fig. 1 auch den Winkel A oder den Winkel o nennen.)

Da der Winkel bloß die Art der Neigung zwiſchen den beiden Schenkeln iſt; ſo hängt ſeine Größe gar nicht von der Länge der Schenkel ab. Wenn die beiden Schenkel C A und B A (Fig. 1) ſo weit verkürzt würden, daß ſie nur bis D und E reichten; ſo würden ſich doch die beiden Linien D A und E A auf eben dieſelbe Art gegen einander neigen, und in dem Scheitelpunkte A eben ſo zuſammentreffen, wie C A und B A. Folglich iſt die Größe des Winkels durch die Verkürzung der Schenkel gar nicht vermindert: der Winkel D A E iſt eben ſo groß, wie der Winkel C A B, und die Winkel D A E, C A E, D A B und C A B ſind alle gleich groß; denn ſie ſind gar keine verſchiedenen Winkel; ſondern machen ſämtlich einen und eben denſelben Winkel aus.

Der Winkel ſelbſt kann nur dadurch größer oder kleiner werden, wenn ſich ſeine Schenkel mehr oder minder von einander entfernen, weil nur dadurch die Art, wie ſie ſich

gegen einander neigen, verändert werden kann. Wenn man ſich die Linie A B (Fig. 1) unbeweglich, hingegen die Linie A C nur in dem Punkte A beveſtigt, und um denſelben beweglich denkt; ſo kann man ſich das Zunehmen und Abnehmen des Winkels C A B verſinnlichen: denn er wird immer größer, je mehr ſich der Punkt C von B entfernt, und immer kleiner, je mehr er ſich ihm nähert. So iſt alſo (Figur 2) der Winkel E C D kleiner, als der Winkel F C D; und F C D kleiner als G C D: unter einander aber ſind die Winkel G C F; F C E und E C D ſämtlich gleich groß.

Um die Größe eines Winkels, in der jetzt erklärten Bedeutung, die man nie aus den Augen laſſen muß, beſtimmt angeben, und mit der Größe anderer vergleichen zu können, mißt man den Bogen eines Kreiſes, der den Scheitelpunkt des Winkels zu ſeinem Mittelpunkte hat. Je größer der Theil des Kreiſes iſt, welcher zwiſchen den beiden Schenkeln liegt; deſto größer iſt der Winkel; je kleiner der Bogen zwiſchen denſelben; deſto kleiner iſt er. So iſt der Bogen e a (Fig. 2) der zwölfte Theil des Kreiſes a e m n A B a; hingegen der Bogen m a der ſechſte, und der Bogen n a der vierte Theil eben deſſelben Kreiſes: folglich iſt der Winkel n C a oder G C D, welcher den Bogen n a zu ſeinem Maße hat, dreimal; und der Winkel m C a, oder F C D, welcher den Bogen m a zu ſeinem Maße hat, zweimal ſo groß, als der Winkel e C a oder E C D, welcher den Bogen e a zu ſeinem Maße hat; indem dieſer Bogen nur die Hälfte des Bogens m a und den dritten Theil des Bogens n a ausmacht.

Weil die Kreiſe ſämtlich einander ähnlich ſind, und die Größe eines Winkels durch die Länge ſeiner Schenkel nicht verändert wird; ſo iſt es einerlei, ob der Bogen, womit man einen Winkel mißt, aus einem großen oder kleinen Kreiſe genommen iſt. Die Winkel werden einander immer gleich ſeyn, wenn nur der zwiſchen ihnen enthaltene Bogen einen gleichen Theil von der ihm zugehörigen Kreislinie ausmacht. So iſt der Bogen s u in dem mittleren Kreiſe (Fig. 2) eben ſo wohl der zwölfte Theil des ihm zugehörigen Kreiſes u s r o H M u, wie der äußere Bogen e a der zwölfte Theil des ſeinigen, und der innerſte Bogen v i der zwölfte Theil des ihm zugehörigen i v w x I n i iſt: es iſt daher einerlei, ob ich den Winkel E C D durch den kleineren Bogen v i, oder durch den größeren s u oder durch den noch größeren e a meſſe: ich werde ſeine Größe genau beſtimmt haben, ſo bald ich ſage, daß ſein Maß der zwölfte Theil eines Kreiſes iſt. Auf gleiche Art ſind die Bogen n a im äußeren, o u im mittleren, und x i im innerſten Kreiſe, jeder der vierte Theil des Kreiſes, wozu ſie gehören, und die Größe des Winkels G C D iſt völlig beſtimmt, wenn man weiß, daß der vierte Theil des Kreiſes ſein Maß iſt.

Deswegen hat man, um einen gleichförmigen Ausdruck für die Größe der Winkel zu bekommen, den Kreis in 360 gleiche Theile getheilt, und jeden derſelben einen Grad genannt. Der Winkel E C D iſt alſo ein Winkel von 30 Graden, weil 30 der zwölfte Theil von 360, und der zwölfte Theil eines ganzen Kreiſes ſein Maß iſt. Eben ſo iſt der Winkel F C D ein Winkel von 60, und der Winkel G C D ein Winkel von 90 Graden, weil 60 der ſechſte, und 90 der vierte Theil von den 360 gleichen Theilen iſt, in welche man ſich jede Kreislinie eingetheilt vorſtellt.

Bei dem Winkel von 90 Graden iſt noch zu merken, daß er auch ein rechter Winkel genannt wird, weil er dem neben ihm liegenden Winkel GCA gleich iſt, der den einen Schenkel GC mit jenem gemein hat, und deſſen anderer Schenkel AC mit CD, dem zweiten Schenkel des Winkels G C D die gerade Linie A D ausmacht. Man ſieht leicht, da die Linie A D den Kreis in zwei Hälften, und die Linie G C die obere Hälfte wieder in zwei gleiche Theile theilt, daß der Bogen nA dem Bogen n a nothwendig gleich ſeyn, und folglich den vierten Theil des Kreiſes betragen muß; ſo daß der Winkel GCA, eben ſo wohl wie der Winkel G C D, ein Winkel von 90 Graden iſt. Alle Winkel, die nicht rechte ſind, nennt man ſchiefe Winkel und zwar ſpitze, wenn ſie kleiner; ſtumpfe, wenn ſie größer als von 90 Grad ſind. So ſind F C D, E C D, A C F und A C E (Fig. 2) ſämtlich ſchiefe, und zwar die beiden erſten ſpitze, die beiden letzten aber ſtumpfe Winkel; indem jene die Bogen m a und e a, die kleiner als n a ſind, dieſe aber die Bogen A m und A e, die größer als A n oder n a ſind, zu ihrem Maße haben.

Dieſe Gelegenheit nutze ich zugleich, um noch zwei andere Ausdrücke zu erklären, deren Verſtändniß für die Folge unentbehrlich iſt: nämlich die beiden Wörter ſenkrecht (perpendicular) und waſſergleich (horizontal).

Eine Linie ſteht auf einer andern ſenkrecht oder lothrecht, wenn ſie mit ihr einen rechten Winkel bildet. So ſteht GC auf AD, oder CD, oder CA; und eben ſo AC oder DC auf GC (Fig. 2) ſenkrecht. Der Nahme ſenkrecht kommt daher, daß ein Faden, woran ein ſchwerer Körper, z. B. ein Stück Blei, auf eine vollkommene Ebene herabgeſenkt wird, mit allen auf dieſer Ebene gezogenen Linien lauter rechte Winkel bildet. So ſtehn z. B. die Mauern der Häuſer auf der Erde ſenkrecht, oder lothrecht, weil ſie nach dem Bleiloth gerichtet ſind.

Waſſergleich iſt eine Linie oder Fläche, wenn ein an einem Senkblei herabhängender Faden mit ihr allenthalben rechte Winkel macht. Dieſe Lage einer

Fläche heißt darum waſſergleich, weil das Waſſer, wenn es nicht gehindert wird, von ſelbſt allemal dieſelbe annimmt. Man nehme ein Glas oder eine Schüſſel voll Waſſer, und hänge ein Senkblei ſo hinein, daß es die Waſſerfläche, aber nicht den Boden des Gefäßes berührt; und man wird zwiſchen dem herabhängenden Faden, und der Waſſerfläche nichts als rechte Winkel finden. Man ſtelle jetzt das Glas oder die Schüſſel ſchief, und das Waſſer wird ſeine Lage gegen die Wände des Gefäßes, aber nicht gegen das Senkblei ändern: ſo bald es in Ruhe iſt, wird ſeine Oberfläche wieder, eben ſo gut wie vorher, rechte Winkel mit dem herabhangenden Faden bilden.

Diejenigen Leſer, welchen in dem Bisherigen nichts dunkel geblieben iſt, werden nun ohne Schwierigkeit einſehn, wie man dieſe Kenntniſſe auch auf den Himmel anwendet. Die Größenkunde verdient auch darum die Königinn der Wiſſenſchaften zu heißen, weil ſie allein auch jenſeits der Erde, wo alle übrigen Kenntniſſe uns nur Muthmaßungen, höchſtens Wahrſcheinlichkeiten liefern können, uns noch Gewißheit verſchafft.

Geſetzt, wir wollten den Winkel meſſen, welchen irgend ein Stern mit unſerm Geſichtskreiſe macht; ſo bedürfen wir, nach dem obigen dazu weiter nichts, als einen Theil des Kreiſes, welcher in Grade eingetheilt iſt. Fig. 3 ſtellt ein ſolches Werkzeug vor, wo aber die Eintheilung nur von fünf zu fünf Graden gemacht iſt, weil es hier auf nichts weiter ankömmt, als die Möglichkeit der Meſſung begreiflich zu machen. Wenn ein ſolches Werkzeug (wie Fig. 3) 90 Grad enthält, alſo den vierten Theil eines Kreiſes; ſo heißt es ein Viertelkreis (Quadrant). Dieſes Werkzeug iſt auf einem Geſtelle um den Mittelpunkt ſeiner Schwere beweglich: an einem ſolchen Viertelkreiſe wird ein Fernrohr A B ſo beveſtigt, daß ſeine Mittellinie mit der Linie B A genau gleichlaufend iſt, und daß der Mittelpunkt ſeines Glaſes gerade in A liegt. Von hieraus hängt ein mit einem Gewichte beſchwerter Faden A D herab. Um ſich den Gebrauch dieſes Werkzeugs deutlich zu machen, darf man nur bedenken, daß ſich jeder Beobachter in dem Mittelpunkte ſeines Geſichtskreiſes befindet, der ihn nach allen Seiten als eine waſſergleiche, kreisförmige Ebene umgiebt, und daß alſo eine Linie, die gerade über ſeinem Kopfe am Himmel anfinge und bis zu ſeinen Füßen verlängert würde, gerade auf dem Mittelpunkte ſeines Geſichtskreiſes ſenkrecht ſtehen muß. Erblickt man daher am Ende der eben beſchriebenen Linie, oder gerade über ſich, einen Stern; ſo iſt derſelbe um einen rechten Winkel über den Geſichtskreis erhaben, oder ſeine Höhe beträgt 90 Grad. Dagegen würde ein Stern, den man im Geſichtskreis ſelbſt gewahr würde, von dem Scheitelpunkte des Beobachters um 90 Grade entfernt, und gar nicht über den Geſichts-

kreis erhaben ſeyn, oder gar keine Höhe über demſelben haben. Man kann daher die Höhe eines Sterns über dem Geſichtskreiſe finden; ſo bald man den Winkel kennt, den er mit dem Scheitelpunkte macht: denn man darf nur von dem rechten Winkel, um welchen der Scheitelpunkt über den Geſichtskreis erhaben iſt, den Winkel zwiſchen dem Scheitelpunkte und dem beobachteten Sterne abziehn; ſo muß deſſen Höhe über dem Geſichtskreiſe übrig bleiben. Wird nun das Fernrohr B A des Viertelkreiſes (Fig. 3) nach einem Sterne S gerichtet, ſo daß derſelbe gerade in dem Mittelpunkte des Geſichtsfeldes erſcheint, ſo iſt die Linie des Bleiloths A D eine auf dem Geſichtskreiſe ſenkrecht ſtehende Linie, welche, gerade über deſſen Kopf hinaus nach dem Himmel zu verlängert, ihren Endpunkt am Himmel in Z oder im Scheitelpunkte (Zenith) des Zuſchauers hat. Der Winkel B A D, welcher dem Winkel Z A S, der aus den Verlängerungen der beiden Schenkel des erſten beſteht, gleich iſt, zeigt am Himmel die Größe des Bogens zwiſchen dem Sterne S und dem Scheitelpunkt, die in dem hier gezeichneten Fall 50 Grade beträgt: da nun der ganze Geſichtskreis nach allen Seiten zu von dem Scheitelpunkt um 90 Grad entfernt iſt; ſo darf man die gefundenen 50 Grad nur von 90 abziehn, um die Höhe des beobachteten Sterns über unſerm Geſichtskreiſe zu finden, welche alſo in dieſem Falle 40 Grad beträgt.

Um von dem bisher Angeführten zur Beſtimmung der eigentlichen Geſtalt und der Größe unſerer Erde Gebrauch zu machen, müſſen wir uns nun einen unwandelbaren Punkt am Himmel aufſuchen. So weit die Himmelskugel in unſerer Gegend ſichtbar iſt, erſcheint uns nur ein einziger ſolcher Punkt, und zur leichteren Auffindung deſſelben ſollen meinen Leſern die Figuren 4 und 5 dienen. Beide ſtellen zwei der merkwürdigſten Sternbilder an der uns ſichtbaren Halbkugel des Himmels, aber in vier verſchiedenen Lagen vor. Die Sterne, welche mit den Zahlen 1 bis 7 bezeichnet ſind, führen den Nahmen des kleinen Bären, oder des kleinen Wagen, je nachdem man ſich unter 1, 2 und 3 den Schwanz, und unter 4, 5, 6 und 7 den Leib eines Bären, oder unter den drei erſten die Deichſel und unter den vier andern die vier Räder eines Wagens vorſtellt. Unter dem Namen des kleinen Bären iſt dieſes Geſtirn den Sternkundigen, und unter dem Namen des kleinen Wagens iſt es dem gemeinen Manne bekannter. Eben ſo heißt das Sternbild, welches aus den mit den Zahlen 8 bis 14 bezeichneten Sternen beſteht, entweder der große Bär, oder der große Wagen; und die Leſer werden leicht ſelbſt ſehn, daß man ſich dann unter den Sternen 8, 9 und 10 den Schwanz oder die Deichſel, und unter den vier übrigen entweder den Körper des Bären, oder die vier Räder des Wagens vorſtellt. Noch iſt zu merken, daß die

Sterne 1, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14 die hellſten, 2, 7 und 11 weniger hell, 3 und 4 noch dunkler ſcheinen, und daß 6 am wenigſten glänzt. Die erſtgenannten heißen bei den Sternkundigen, Sterne der zweiten; die drei nachhergenannten, Sterne der dritten; die beiden folgenden, Sterne der vierten; und 6 endlich ein Stern der fünften Größe.

Da dieſe Sterne ſämtlich zwar untereinander, aber nicht gegen den von der Erde her ſie beobachtenden Zuſchauer, einerlei Lage behalten; ſo ſind ſie in Fig. 4 und 5 in vier verſchiedenen Lagen A, B, C und D gezeichnet, ſo daß jede ihrer Lagen gegen den Beobachter einer oder der andern dieſer Hauptlagen ſtets mehr oder weniger nahe kommen muß. Die Buchſtaben ſind ſo geſtellt, daß ſie jedesmal zwiſchen dem großen und kleinen Bären ſtehn: ſo ſteht zum Beiſpiel, wenn der kleine Bär dem Zuſchauer ſo erſcheint, wie er Fig. 4 links von A abgebildet iſt, der große Bär demſelben eben ſo, wie man ihn Fig. 4 rechts von A erblickt: ein gleiches gilt von den Buchſtaben B C und D.

Um aber das Auffinden dieſer Sterne noch mehr zu erleichtern, will ich noch ihre Lage gegen den Beobachter zu beſtimmten Stunden und Jahreszeiten angeben. Wenn man den 21ſten März Abends um 6 Uhr ſich ſo ſtellt, daß man den Ort am Himmel, wo die Sonne an dieſem Tage aufgegangen iſt (Morgen oder Oſten), zu ſeiner Rechten, und folglich den Ort des Sonnenuntergangs (Abend oder Weſten) zu ſeiner Linken hat; ſo erblickt man die vierzehn hier gezeichneten Sterne in der bei A angegebenen Lage, ſo daß der große Bär dem kleinen zur Rechten, und der Leib des kleinen Bären (4, 5, 6 und 7) unter ſeinem Schwanze (1, 2, 3.) ſteht. Fährt man in Beobachtung derſelben fort; ſo findet man, daß ſich alle um den Stern 1 herum verzeichneten Sterne immer mehr erheben, bis ſie endlich um Mitternacht in die Lage B (Fig. 5) kommen, wo der Leib des kleinen Bären ſeinem Schwanze zur Rechten, und der große Bär oberhalb des kleinen ſteht. Wollte man dieſe Beobachtung bis zum folgenden Morgen fortſetzen; ſo würde man ſehn, wie ſich der große Bär immer weiter an der linken Seite herabneigte, ſo daß die ſämmtlichen Sterne beider Sternbilder Morgens um ſechs Uhr dem Zuſchauer in der Lage C (Fig. 4), nämlich der Leib des kleinen Bären oberhalb ſeines Schwanzes, und der große Bär dem kleinen zur Linken erſchiene. Wenn es das Sonnenlicht erlaubte, den Lauf dieſer Geſtirne auch am Tage zu verfolgen, ſo würde man Mittags um 12 Uhr die ſämtlichen Sterne in der Fig. 5 bei D angegebenen Stellung, alſo den Leib des kleinen Bären links von ſeinem Schwanze, und den großen Bären unter dem kleinen gewahr werden.

Am folgenden Tage Abends um 6 Uhr werden die Sterne wieder eben ſo erſcheinen, wie

am Tage zuvor; allein bei der Fortſetzung dieſer Beobachtungen würde man nach einiger Zeit gewahr werden, daß dieſe Sterne ihren Lauf in etwas weniger als 24 Stunden vollenden müſſen. Denn wenn man am 21ſten Juni Abends um 6 Uhr auf derſelben Stelle ſteht, wo man ſich um eben dieſe Zeit am 21ſten März befand; ſo wird man dieſe Sterne nicht in der Stellung A wie damals, ſondern ſchon in der Stellung B, alſo um Mitternacht ſchon in C erblicken: Morgens um 6 Uhr werden ſie ſich in der Stellung D und zu Mittage in der Stellung A befinden; ſo daß ſie zu jeder Stunde an derſelben Stelle erſcheinen, wo man ſie, drei Monate früher, ſechs Stunden ſpäter erblickte.

Eine noch länger fortgeſetzte Beobachtung wird den Zuſchauer noch mehr von dieſen Veränderungen überzeugen. Die Sterne werden ihm, wenn er ſeinen Standort auch unverändert beibehält, am 21ſten September Abends um 6 Uhr, weder in der Stellung A, wie um eben dieſe Zeit am 21ſten März, noch in der Stellung B, wie am 21ſten Juni, ſondern in der Stellung C, folglich um Mitternacht in D u. ſ. w. erſcheinen; ſo daß er ſie immer auf derſelben Stelle erblickt, wo er ſie vor ſechs Monaten um 12 Stunden ſpäter ſah.

Die Leſer werden ſchon von ſelbſt errathen, daß dieſe Veränderungen gleichmäßig fortgehn, daß man alſo am 21ſten December Abends um 6 Uhr die Sterne in der Stellung D und um Mitternacht in A u. ſ. w., endlich aber am 21ſten März zu jeder Stunde wieder in eben derſelben Lage erblicken wird, in welcher man ſie, an eben dieſem Tage, *zu gleicher Zeit, im vorigen Jahre* fand.

Durch die Beobachtung dieſer Erſcheinungen, von welchen der Grund unſern Leſern in der Folge befriedigend angegeben werden wird, haben wir nun den veſten Punkt am Himmel gefunden, deſſen wir, für die Beſtimmung der eigentlichen Geſtalt und Größe unſerer Erde, bedurften.

Wir haben nämlich geſehn, daß alle Sterne, auf welche wir hier unſere Leſer aufmerkſam gemacht haben, ihre Stellung am Himmel ſo verändern, daß ſie, in einer Zeit von beinahe vier und zwanzig Stunden, wieder in ihre vorige Lage kommen. Wir haben geſehn, daß dieſe Sterne binnen der angegebenen Zeit jeder einen Kreis beſchreiben, der deſto größer iſt, je weiter ſie von dem mit 1 bezeichneten Stern entfernt ſind, und deſto kleiner, je näher ſie ihm ſtehn. So muß z. B. der Stern 8, ehe er aus der Lage A nach der Lage C (Fig. 4) kommen kann, in beinahe zwölf Stunden die Hälfte eines Kreiſes durchlaufen, die hier durch Punkte bezeichnet iſt; während eben derſelben Zeit iſt auch der Stern 13 den angedeuteten Halbkreis, und der Stern 2 einen andern durchlaufen, die aber

nach dem Verhältniſſe der geringern Entfernung dieſer Sterne von 1, ungleich kleiner ſind: der Stern 1 aber bleibt bei allen dieſen Veränderungen unverändert, wenigſtens nicht merklich verändert, auf ſeiner Stelle, und iſt der veſte Mittelpunkt, um welchen ſich alle dieſe Sterne drehen.

Dieſe Unwandelbarkeit und dieſe Würde eines Mittelpunkts von den Bewegungskreiſen der übrigen Sterne kommt aber dem mit 1 bezeichneten Stern, oder vielmehr einem ihm ſehr nahe liegenden Punkte am Himmel, nicht nur in Rückſicht auf die andern Sterne des großen und kleinen Bären; ſondern ſie kommt ihm in Rückſicht auf alle Sterne zu, die wir nur beobachten können. Jeder Stern, welchen wir des Abends mit unſern Augen eine Zeit lang verfolgen, wandelt in einer gleichen Richtung, wie diejenige iſt, die wir unſern Leſern an den in Fig. 4 und 5 gezeichneten Sternen gezeigt haben, in einem deſto größern Kreiſe, je weiter er von dem Sterne 1 entfernt iſt, um denſelben herum: nur daß man diejenigen, die in einer zu großen Entfernung von 1 ſtehn, nicht durch den ganzen Kreis ihres Laufs, ſondern nur durch einen größeren oder kleineren Theil deſſelben, beobachten kann.

Man hat dem Sterne 1, eben deswegen, weil ſich die ganze Himmelskugel innerhalb vier und zwanzig Stunden um ihn, wie eine Thür um ihre Angeln, herumzudrehn ſcheint, den Nahmen Angelſtern (Polarſtern), und zwar dieſem, zum Unterſchiede von einem andern an dem entgegengeſetzten Ende der Himmelskugel, welcher der ſüdliche Angelſtern heißt, den Nahmen des nördlichen Angelſterns gegeben: dieſer nördliche Angelſtern iſt es nun, den wir um die eigentliche Geſtalt und Größe unſrer Erdkugel befragen müſſen.

Um uns das Verſtändniß jeder Antwort, die uns dieſer Stern auf unſere Frage geben kann, zu erleichtern, wollen wir zuerſt annehmen, die Erde ſey eine vollkommene runde Kugel, ſo wie ſie in dem innern Kreiſe Fig. 6 gezeichnet iſt; der äußere Kreis daſelbſt bedeutet die Himmelskugel, ſo wie ſie uns von der Erde her erſcheint, und der mit P bezeichnete Punkt ſey der eigentliche Angelpunkt, welcher ganz nahe bei dem Angelſtern befindlich iſt. Nun nehme man an, ein Zuſchauer auf der Erde befinde ſich in m; ſo iſt ſein Scheitelpunkt am Himmel M; ſein Geſichtskreis, welcher gegen die Sterne gerechnet, vollſtändig die halbe Himmelskugel begreift, berührt dieſe Kugel in P und S. Mißt er nun den Bogen M P, welcher die Entfernung ſeines Scheitelpunkts von dem Angelpunkte angiebt; ſo findet er dieſelbe 90 Grad, und die Höhe des Angelpunkts, das

heißt

heißt die Entfernung deſſelben oberhalb des Geſichtskreiſes, iſt alſo 0, oder der Angelpunkt ſelbſt liegt in dem Geſichtskreiſe des Zuſchauers.

Geſetzt, unſer Beobachter gehe in gerader Richtung auf den nördlichen Angelſtern zu, und ſey auf der Erde von m nach n vorgerückt; ſo iſt jetzt ſein Scheitelpunkt N; ſein Geſichtskreis berührt den Himmel in den Punkten AB; ſein Scheitelpunkt N macht mit dem Angelpunkte P den Winkel NOP von 60 Graden, und für die Höhe des Angelſterns über dem Geſichtskreiſe bleibt alſo der durch den Bogen P A gemeſſene Winkel P O A von 30 Graden übrig: da der Winkel N O P nur 60 Grade, der ehemalige Winkel M O P hingegen 90 Grad zu ſeinem Maße hat; ſo iſt der Wanderer von m bis n um 30 Grad näher nach den Angelpunkte zu gegangen, alſo gerade um ſo viel, als die Höhe des Angelpunkts über ſeinem Geſichtskreiſe zugenommen hat.

Dieſes Verhältniß zwiſchen dem Fortſchreiten des Beobachters gegen den Angelpunkt und zwiſchen der zunehmenden Höhe dieſes Punkts über ſeinem Geſichtskreiſe muß nun natürlich immer unverändert bleiben. Iſt der Zuſchauer auf der Erde bis zu dem Punkte r vorgerückt; ſo iſt ſein Scheitelpunkt R, und ſein Geſichtskreis berührt den Himmel in den Punkten C und D. Die Entfernung des Scheitelpunkts von dem Angelpunkte oder der Bogen R P, als das Maaß des Winkels R O P beträgt jetzt dreißig Grad; folglich bleiben für die Höhe des Angelſterns, wenn ſich der Zuſchauer in R befindet, 60 Grad übrig, welche auch der Bogen vom Angelpunkte bis zum Geſichtskreiſe (der Bogen P C) in der That als das Maaß des Winkels P O C angiebt. Während der Beobachter alſo auf der Erde durch 60 Grad von m bis r fortgegangen iſt, hat auch ſeine Angelhöhe (Polhöhe) um eben ſo viel zugenommen.

Eben ſo ſieht man leicht ein, daß durch das Fortſchreiten des Beobachters von r nach P, der Scheitelpunkt R nach P fortrückt, daß ſein Geſichtskreis am Himmel alsdann in die Punkte M und F fällt, daß die Entfernung des Scheitelpunkts vom Angelpunkte zu 0 wird, oder gänzlich verſchwindet, weil beide Punkte hier zuſammenfallen, und daß folglich die Höhe des Angelpunkts über dem Geſichtskreiſe, auf dem Punkte P gerade 90 Grad beträgt.

Auf gleiche Weiſe würde es ſich verhalten, wenn der Zuſchauer wieder von P nach a fortrückte, wo die Angelhöhe (Polhöhe) ebenfalls wieder 30, ſo wie bei c, 60; und bei f, 90 Grad betragen wird. Ueber f hinaus wird man P gar nicht mehr erblicken, und man wird alſo in den Punkten i, e, s, b und d nicht die Höhe von P über dem Ge-

ſichtskreiſe, ſondern die Höhe von S angeben, die in s wieder 90, in b hingegen 60 und in d wieder 30 Grad beträgt.

Da man am Himmel denjenigen größten Kreis, welcher durch die beiden Angelpunkte P und S und durch den Scheitelpunkt des Beobachters geht, einen Mittagskreis (Meridian) und einen damit übereinſtimmenden Kreis auf der Erdfläche, der durch die Punkte p und s, und durch den Standpunkt des Beobachters geht, ebenfalls den Mittagskreis für dieſen Ort nennt; ſo iſt hieraus klar, was man unter Graden des Mittagskreiſes auf der Erde verſtehe: Nämlich die Entfernung, welche man auf Erden zurückzulegen hat, wenn man in ungeänderter Richtung nach p zu geht, damit der Scheitelpunkt ebenfalls um einen Grad weiter nach p vorrücke. So betragen alſo die Entfernungen m n, n r, und r p jede 30 Grad des Mittagskreiſes prnmdbseifcap, weil die mit ihnen übereinſtimmigen Bogen der Scheitelpuncte M N, N R und R P, Bogen von 30 Graden in dem Mittagskreiſe PRNMDBSEIFCAP am Himmel ausmachen.

Wäre nun die Erde vollkommen kugelrund; ſo würden alle Grade eines Mittagskreiſes gleich groß ſeyn, ſo wie in Fig. 6. die 30 Grad von s nach d, von d nach b, von b nach m u. ſ. w. ſämtlich einerlei Länge haben. In dieſem Falle dürfte man nur einen einzigen Grad auf der Erde meſſen, und die Größe deſſelben mit 360, als der Anzahl aller Grade des Kreiſes vervielfachen, um die Größe eines größten rund um die Erde gezogenen Kreiſes zu finden, aus welcher ſich dann alle übrigen Größenbeſtimmungen dieſer Kugeln ergeben müßten. Geſetzt z. B. der gemeſſene Grad betrage 10 Meilen, ſo würde der ganze Mittagskreis 10 mal 360, das heißt, 3600 Meilen lang ſeyn.

Ganz anders aber wird es ſich verhalten, wenn die Erde keine völlige Kugel wäre, ſondern eine längliche oder abgerundete Geſtalt hätte.

Man ſieht aus Fig. 6, daß eine ſenkrechte Linie aus dem Scheitelpunkte des Beobachters auf ſeinen Standort ſtets nach dem Mittelpunkte des Kreiſes gerichtet iſt, worin ſich der Beobachtungsort befindet, und daß alle dieſe ſenkrechten, der Richtung der Schwere folgenden Linien in dem Mittelpunkte des Kreiſes (Fig. 6) O zuſammen kommen. Wäre nun die Erde an einigen Stellen mehr, an andern weniger erhaben, ſo würden die ſenkrechte Linien auf ihrer Oberfläche nicht mehr in einem einzigen Mittelpunkte zuſammentreffen. Augenſcheinlich iſt jeder Kreis deſto ſtärker gekrümmt, je kürzer die Linie iſt, deren Bewegung um den Mittelpunkt ihn beſchrieben hat. So iſt (Fig. 6.) jedes Stück des innern Kreiſes den man ſich als durch die Bewegung der Linien O p um den Mit-

telpunkt O entſtanden vorſtellen kann, welche Linie ſein Halbmeſſer (radius) heißt viel merklicher gekrümmt, als jedes Stück des äußeren Kreiſes, deſſen Halbmeſſer die Linie O P iſt. Ungleiche Krümmungen der Erdfläche werden alſo Bogen von ungleich großen Kreiſen ſeyn: Die ſtärkere Krümmung wird zu einem kleinern, die geringern zu einem größern Kreiſe gehören: Die Mittelpunkte der ſtärker gekrümmten Bogen werden daher der Oberfläche näher, Mittelpunkte der flacheren minder gekrümmten werden weiter von der Oberfläche entfernt ſeyn, und folglich werden die einzelnen Grade dieſer Krümmungsbogen, je nachdem ſie größeren oder kleinern Kreiſen zugehören, unter einander ungleich, im erſten Falle größer, im zweiten kleiner ſeyn.

Geſetzt nun die Erde ſei, wie (Fig. 7) die innere krumme Linie prnmdbsfcap geſtaltet, ſo daß ſie bei ihren Angelpunkten p und s zuſammengedrückt, in der Richtung m f aber länger ausgedehnt, und alſo bei m f ſtärker gekrümmt wäre; ſo müßten die Grade des Mittagskreiſes in der Nähe der beiden Angelpunkte p und s größer, bei m und f hingegen kleiner ſein: denn die Bogen des Mittagskreiſes mn und nd ſind Bogen eines Kreiſes, der ſeinen Mittelpunkt in e; die Bogen pr und pa hingegen ſind Bogen eines größeren Kreiſes, der ſeinen Mittelpunkt in i hat. Obgleich alſo die Scheitelpunkte M, N, R und P am Himmel gleich weit von einander entfernt ſind, ſo werden doch die von ihnen ſenkrecht auf die Erde gezogene Linien Mm, Nn, Rr, Pp aus dem Mittagskreiſe der Erde nicht gleich weit von einander abſtehn. Zu dem gleich großen Bogen am Himmel MN und RP deren jeder 30 Grad enthält, gehören auf der Erde die ungleich großen Bogen mn und rp. Denn der Mittelpunkt des Bogens mn fällt in e; daher ſind alſo auch die beiden ſenkrechten Linien aus den Scheitelpunkte M und N gerichtet, und ein Bogen von 30 Grad auf der Erde kann alſo in dieſer Gegend nicht größer ſeyn, als der ſechste Theil eines um e mit dem Halbmeſſer em oder en beſchriebenen Kreiſes, wie er hier innerhalb der Figur durch Punkte angedeutet iſt, ſo daß mn genau der ſechſte Theil eines Mittagskreiſes der Erde ſeyn würde, wenn ſie ſo wie dieſer innere punktirte Kreis vollkommen rund wäre dagegen gehört der Bogen des Mittagskreiſes pr einem merklich größern mit dem Halbmeſſer ir oder ip beſchriebenen Kreiſe: Die aus den Scheitelpunkten R und P ſenkrecht auf die Erdfläche gezogene Linien werden ſich alſo in dem Punkte i, als dem Mittelpunkte des Kreiſes vereinigen, von welchem pr einen Bogen von 30 Grad ausmacht: folglich werden hier 30 Grad des Mittelkreiſes eben ſo groß ſeyn, als wenn die Erde eine vollkommene Kugel wäre, deren Mittelpunkt ſich in i befände, und von welcher

der durch r,p und a gehende, übrigens durch Punkte dargeſtellte größere Kreis ein Mittagskreis ſeyn würde.

Hieraus wird es begreiflich, daß man auf der Erde von m aus einen kürzern Weg mn, von r aus hingegen einen längern Weg rp zurück legen muß, wenn man in beiden Fällen ſo lange fortgehen will, bis man einen Stern P um 30 Grad höher über ſeinem Geſichtskreiſe erblickt, und daß alſo 30 Grade des Mittagskreiſes bei mn kürzer und bei rp länger ſind. Wenn man nun weiß, daß der um die Erde gehende größte Kreis, welcher allenthalben um 90 Grad von jedem Angelpunkte entfernt iſt, die Mittellinie, oder Gleichheitslinie (Aequator) der Erde genannt wird; ſo wird man aus dem vorigen völlig einſehen, daß die Grade eines Mittagskreiſes gegen die Mittellinie zu immer kleiner, und gegen die Angelpunkte hin immer größer werden müſſen, wenn die Erde eine bei den Angelpunkten zuſammengedrückte Kugel iſt.

Gerade auf die entgegengeſetzte Weiſe würde es ſich verhalten, wenn die Erde eine an der Mittellinie zuſammengedrückte, und nach den Angelpunkten zu ſich verlängernde Geſtalt hätte. Dieß würde der Fall ſeyn, wenn in Fig. 7, ps die Mittellinie, und m und f die beiden Angelpunkte wären, alſo in M ein Angelſtern ſtünde. Man ſieht leicht, daß die Grade auf der Erde alsdann deſto kleiner werden müßten, je mehr man ſich von der Mittellinie her einem Angelpunkte näherte; denn pr iſt größer als rn, und rn wieder größer als nm; obgleich die ihnen zugehörigen Bogen des mit ihnen übereinſtimmigen Kreiſes am Himmel PR, RN und NM alle drei gleich groß ſind, indem jeder von ihnen 30 Grad beträgt.

Die Schlußfolge aus dieſem allen iſt alſo: um die wahre Geſtalt der Erde zu beſtimmen, muß man Grade eines Mittagskreiſes nahe bei der Mittellinie und nahe bei einem Angelpunkte meſſen: Fallen die Grade bei der Mittellinie eingedrückt, und gegen die Angelpunkte zu erhabener: Sind hingegen die Grade bei den Angelpunkten größer, ſo iſt die Erde um die Mittellinie erhabener und gegen die Angelpunkte zu eingedrückt. Je größer ſich der Unterſchied in der Länge ſolcher Grade zeigt; deſto mehr weicht die Erde von der vollkommenen Kugelgeſtalt ab.

Welcher von dieſen beiden Fällen nun der Wahrheit gemäß, ob die Erde gegen die Angelpuukte oder gegen die Mittellinie hin erhabener ſey; das iſt eine Frage, worauf man erſt

gegen die Hälfte des jeƺigen Jahrhunderts eine befriedigende Antwort gefunden hat. Schon im Anfange deſſelben hatten der Holländer Huygens und der Engländer Newton aus den Geſeƺen der Bewegung es wahrſcheinlich zu machen gewußt, daß der durch beide Angelpunkte gehende Durchmeſſer der Erde p s kleiner ſey, als der Durchmeſſer durch ihre Mittellinie m f. Weil aber Johann Dominicus Caſſini bei ſeiner Meſſung von ſechs Graden des durch Paris gehenden Mittagskreiſes im Jahr 1700 und 1701 den ſüdwärts von Paris gelegenen Grad $57126\frac{2}{1}$ Toiſen*), und Picard den nordwärts von Paris gelegenen nur 57060 Toiſen lang gefunden hatte, wo folglich der nördliche der kleinere war; ſo ſchien die Vermuthung Huygens und Newton's dadurch völlig wiederlegt. Noch mehr glaubten ſich die franzöſiſchen Gelehrten berechtigt, die Erde nach den Angelpunkten zu für erhabener zu halten, da Jacob Caſſini, Maraldi, und de la Hire bei einer von den Pyrenäen bis nach Dünkirchen fortgeſeƺten Meſſung des Pariſer Mittagskreiſes im Jahr 1718, jeden der ſüdlichen Grade im Durchſchnitt 57097, und jeden der nördlichen nur 56060 Toiſen lang fanden.

Die Engländer, welche Newton's Muthmaßung vertheidigten, wandten dagegen ein, die gemeſſenen Bogen lägen einander zu nahe, und auf einem zu kleinen Theile der Erdfläche zuſammen, als daß man nach dieſen Meſſungen mit der erforderlichen Sicherheit auf die Geſtalt des ganzen Umfangs der Erde ſchließen könnte.

Um dieſen Streit völlig zu entſcheiden, bedurfte es einer Ausmeſſung zweier weit von einander entfernten Grade, wovon der eine ſo nahe als möglich an der Mittellinie, der andre ſo nahe als möglich an einem Angelpunkte läge.

In dieſer Abſicht beſchloß der franzöſiſche Hof (im Jahr 1735) eine der glänzendſten Unternehmungen in der Geſchichte der Wiſſenſchaften. Man ſandte die Meßkünſtler von Maupertuis, Clairaut, Camus, le Monnier und den Abbe Outhier nach Tornea in Lappland. Sie maßen daſelbſt an einem Grade, der 66 Grad von der Mittellinie, alſo nur 24 Grad von dem nördlichen Angelpunkte entfernt iſt (in den Jahren 1736 und 1737) und fanden den dortigen Grad 58438 Toiſen, alſo merklich größer, als alle in Frankreich gemeſſenen.

Durch dieſe Meſſung ſchien nun die größere Länge der mitternächtlichen Grade, und folglich die von Newton gemuthmaßte, bei den Angelpunkten eingedrückte Geſtalt der Erde

*) Die Toiſe iſt 6 franzöſiſche Fuß lang: der Franzöſiſche Fuß iſt ein wenig größer als der in Deutſchland als Grundmaß gewöhnliche rheinländiſche; denn er verhält ſich zu dieſem wie 1440 zu $1391\frac{7}{10}$.

vollkommen erwieſen. Noch mehr aber wurden alle Zweifel gehoben, als auch die nach Quito im nördlichen Theile von Peru mit den nach Lappland gegangenen zugleich abgereiſeten Meßkünſtler Bouguer, de la Condamine, Godin, Juſſieu und Couplet, nach vollbrachter Arbeit (im Jahr 1744) zurückkamen, und ihre Meſſungen (in den Jahren 1748, 1749 und 1751) bekannt machten. Sie hatten jeden der drei nächſten Grade ſüdwärts von der Mittellinie im Durchſchnitt 56753 Toiſen, alſo beträchtlich kleiner, als die in Frankreich gemeſſenen Grade gefunden.

Ein neuer Beſtätigungsgrund für dieſe Geſtalt der Erde liegt in den Entdeckungen Caſſini's und Herſchels, daß auch die vier Wandelſterne Mars, Jupiter, Saturn, und Uranus auf eine ähnliche Art gegen ihre Angelpunkte hin abgeplattet ſind.

Dennoch kennen wir die Geſtalt der Erde noch keinesweges ganz genau. Da man denjenigen Theil des Umkreiſes der Erde einen Grad des Mittagskreiſes nennt, durch welchen man gehen muß, wenn ſich die Richtung der Scheitellinie, oder die Höhe des Angelſterns über dem Giſichtskreiſe um einen Grad verändern ſoll, und da man einmahl durch die Franzöſiſchen Meſſungen in Peru und Lappland zu einer unläugbaren Gewißheit darüber gelangt iſt, daß dieſe Grade nicht alle einander gleich ſind, ſo darf man es auch nicht ohne Prüfung als ausgemacht annehmen, daß alle Mittagskreiſe überhaupt völlig regelmäßige krumme Linien, oder daß ſie völlig einander gleich ſind. Es wäre gar nicht unmöglich, daß man in einer gleichen Entfernung von der Mittellinie in Europa, Aſien und Nordamerika doch einen Weg von ungleicher Länge machen müßte, wenn man ſich dem nördlichen, und eben ſo in Neuholland und Afrika, wenn man ſich dem ſüdlichen Angelpunkte um einen Grad nähern wollte. Eben ſo wohl läßt es ſich denken, daß in gleicher Entfernung von der Mittellinie die Grade gegen den nördlichen oder den ſüdlichen Angelpunkt zu von ungleicher Größe wäre.

In der That ſcheinen die bisherigen Gradmeſſungen dieſe Muthmaßungen über die Unregelmäſſigkeit der Erdgeſtalt eher zu beſtätigen, als zu widerlegen. Man hat den Grad im römiſchen Staat um 73½ Grade kleiner gefunden, als den in Frankreich bei gleichem Abſtande von der Mittellinie: Einen Grad in Ungarn unter 45 Grad 47 Minuten fand man kleiner, als einen in Nord-Amerika unter 39 Grad 12 Minuten; einen in Oſtindien bei Calculta gemeſſenen Grad unter 23 Grad 16 Minuten fand man um 27 Toiſen kleiner, als den unter der Mittillinie ſelbſt in Peru gemeſſenen Grad. Wenn alle dieſe Meſſungen auf der nördlichen Halbkugel auf eine nicht ganz regelmäßige Geſtalt derſelben deuten; ſo ſcheint zugleich die Gradmeſſung von de la Caille, am Vorgebürge der guten Hoffnung der

den 33ſten Grad ſüdwärts von der Mittellinie größer als den 43ten nordwärts im römiſchen Gebiete gemeſſenen, und eben ſo groß wie den in Frankreich gemeſſenen 45ten fand, eine ſtärkere Abplattung in der ſüdlichen als in der nördlichen Halbkugel anzuzeigen.

Daher darf man ſich nicht wundern, daß das Verhältniß zwiſchen dem größern und kleinern Durchmeſſer der Erde von verſchiedenen Meßkünſtlern verſchieden angegeben wird. Unter der Vorausſetzung daß jeder Mittagskreis eine regelmäßige krumme Linie ſei, deren Abſtand vom Mittelpunkte (Fig. 7. O.) unter den Angelpunkten p und s am kürzeſten ſei, läßt ſich die Geſtalt derſelben aus jeden zwei gemeſſenen Graden beſtimmen. Nun fällt aber dieſe Beſtimmung jedesmahl anders aus, je nachdem man zwei andere Grade dabei zum Grunde legt. Die in Frankreich und Peru gemeſſene Grade geben das Verhältniß des größern Erddurchmeſſers zum kleineren, wie 311 zu 310: die in Frankreich und Lappland wie 129 zu 128; die in Peru und Lappland wie 215 zu 214; eine von Bouguer berechnete Linie, in welche ſich dieſe drei Grade fügen, giebt es wie 179 zu 178; eine von Klügel berechnete, in welche ſich ſieben gemeſſene Grade mit geringer Abänderung fügen, giebt es wie 187 zu 186. Außerdem hat Klügel die wichtige Bemerkung gemacht, daß die Formel, welche die in Peru, Penſylvanien, bei Paris und in Lappland gemeſſenen Grade darſtellt, die kleinſte Größe eines Grades nicht unter der Mittellinie, ſondern nur $60\frac{1}{2}$ Grad nordwärts angiebt, welches ihn auf die Muthmaßung leitet, daß unſere jetzige Mittellinie von der urſprünglichen verſchieden ſei. Auch würde durch dieſe Vorausſetzung erklärt werden, warum der von la Caille gemeſſene Grad am Vorgebirge der guten Hoffnung größer iſt, als ein in gleicher Entfernung von der Mittellinie gegen Norden gelegner; denn alsdann wäre dieſes Vorgebirge ehemahls weiter von der Mittellinie entfernt geweſen, als jetzt.

Auch ohne eine unregelmäßige Geſtalt der Mittagskreiſe oder eine Verrückung des Schwerpunkts der Erde anzunehmen, darf man ſich indeſſen nicht wundern, daß die gemeſſenen Grade nicht ſämtlich in eine regelmäßige Krümmung vollkommen paſſen, da die Meſſung eines Grades die verwickeltſte Aufgabe fur die Meßkünſtler iſt, und kleine Fehler bei derſelbe faſt unvermeidlich ſind. Gebirge und Vertiefungen der Erde, ſelbſt die Nähe von feſten Lande oder Waſſer haben Einfluß auf die Richtung der bei der Meſſung gebrauchten Bleilothe: Die Bogen ſind in verſchiedenen Höhen über der Meeresfläche gemeſſen, und müſſen zur Vergleichung erſt in eine Fläche gebracht werden: Maaße, die einerley Namen führen, ſind vielleicht nicht mit der höchſten Genauigkeit gleich, beſonders iſt das in Lappland gebrauchte Maaß verdächtig. Wiederholte an verſchiedenen Orten angeſtellte Meſ-

ſungen ſind alſo das einzige Mittel, uns über die genaue Geſtalt der Erde zur völligen Gewißheit zu helfen.

In dieſer Hinſicht muß man ſich über die ſchon beinahe und vor dem Ablaufe dieſes Jahrhunderts gewiß ganz vollendete Gradmeſſung der Franzoſen freuen, die ohne Zweifel zu den wichtigſten, merkwürdigſten für die Erdkunde ausgeführten Unternehmungen gehört, da ſie ſich von Dünkirchen an der Nordſee durch ganz Frankreich bis nach Barcelona in Spanien am mittelländiſchen Meere erſtreckt, auf der Erde in gerader Linie eine Strecke von 250 Franzöſiche (150 deutſchen) Meilen, und am Himmel einen Bogen von 9 Grad 39 Minuten eines Mittagskreiſes begreift, und alſo unſere Kenntniſſe über die wahre Größe der Erde und über das Verhältniß ihrer Abplattung gewiß bereichern wird. Mehr zu wünſchen als zu hoffen iſt es, daß die in Sicilien von Piazzi beſchloſſene Gradmeſſung wegen der Kriegesunruhen Italiens nicht unausgeführt bliebe, und daß es dem Herrn von Zach gelingen möge, ſeine vielfachen Verdienſte um die Sternkunde und Erdkunde und um die Verbreitung der dahin gehörigen Kenntniſſe noch dadurch zu vermehren, daß die von ihm vorgeſchlagene Gradmeſſung vom Brocken bis Gotha zu Stande gebracht wird.

Unterdeſſen kann man mit den meiſten jetzigen Sternkundigen das Verhältniß des größern Erddurchmeſſers zum kleinern wie 301 zu 300 annehmen, und ſich übrigens in den meiſten Fällen damit begnügen, da nach dieſer Vorausſetzung der Unterſchied jener beiden Durchmeſſer keine vollen ſechs Meilen beträgt.

Die Erde iſt als eine vollkommene Kugel zu betrachten, auf welcher jeder Grad eines rund um ſie gehenden größten Kreiſes nach Herrn Klügel's Angaben der mittlern Größe 57173½ Toiſen lang iſt. Da eine Meile 3811 Toiſen beträgt; ſo würde jeder dieſer Grade 15 Meilen lang ſeyn: und da in jedem Kreiſe 360 Grade ſind; ſo wird der ganze Umfang eines mittleren größten Kreiſes der Erde 5400 Meilen ausmachen, indem der Umfang der Mittellinie eigentlich 5407, und der Umfang eines Mittagskreiſes 5393 Meilen beträgt.

In der Meßkunſt wird bewieſen, daß ſich in jedem Kreiſe der Umfang zum Durchmeſſer beinahe wie 314 zu 100 verhält. Man kann alſo aus dem Umfange den Durchmeſſer finden, wenn man jenen 100 mal nimmt, und die alsdann gefundene Zahl durch 314 theilt. Auf dieſe Weiſe findet man den mittlern Durchmeſſer der Erde beinahe 1720 Meilen groß; folglich iſt jede Linie aus dem Mittelpunkte der Erde bis an die Oberfläche derſelben, da ſie die Hälfte eines Durchmeſſers beträgt (weswegen auch jede Linie aus dem Mittelpunkte eines Kreiſes bis zu ſeinem Umfange der Halbmeſſer heißt) 860

Meilen

Meilen lang. Da der höchſte Berg der Erde noch keine deutſche Meile hoch iſt; ſo beträgt er kaum den tauſendſten Theil ihres Halbmeſſers, und iſt alſo gegen die ganze Erde immer nur wie ein Punkt anzuſehn.

Wenn man aber nach der Größe der Erde fragt; ſo will man nicht bloß die Länge ihres Durchmeſſers und ihres Umfangs wiſſen; ſondern man verlangt zugleich eine Angabe ihrer Oberfläche und ihres körperlichen Inhalts. Hier muß ich aber die Leſer erinnern, daß wir mit den bisher genannten Maaßen, welches lauter Längenmaaße waren, nicht mehr ausreichen können. Das erſte Erforderniß eines Maaßes iſt Gleichartigkeit mit dem Gemeſſenen. Man kann die Länge einer Meile nicht mit Scheffeln, und den Inhalt eines Eimers nicht mit Ellen meſſen: weil Meile und Elle nur Längenmaaße, hingegen Scheffel und Eimer körperliche Maaße ſind: man würde alſo wohl angeben können, wie viel Ellen in einer Meile, oder wie viel Eimer und Kannen in einem Scheffel enthalten wären; aber körperlicher Inhalt läßt ſich nicht nach bloßen Längen, und bloße Längen laſſen ſich nicht nach körperlichem Inhalte meſſen.

Die Oberfläche der Erde iſt eine Fläche, folglich bedürfen wir zu ihrer Beſtimmung eines Flächenmaaßes. Man nimmt der Bequemlichkeit wegen zum Meſſen der Flächen, gleichſeitige und rechtwinkelige Vierecke (Quadrate) deren eine Seite von irgend einem bekannten Längenmaaße hergenommen wird. So iſt Fig. 8, wenn die Linie AB einen Fuß lang wäre, der ganze Raum, welcher von den vier gleichen und in rechten Winkeln an einander liegenden Seiten AB, BD, DC und CA eingeſchloſſen wird, ein Flächenfuß (Quadratfuß) und ich habe den Flächeninhalt eines Zimmers gefunden, wenn ich weiß, für wie viele ſolche Flächenfuß an dem Boden, oder an jeder Wand deſſelben Raum iſt. Eben ſo wird alſo eine Flächenruthe ein gleichſeitiges Rechteck ſeyn, deſſen eine Seite eine Ruthe oder zwölf Fuß lang iſt; und unter einer Flächenmeile würde man ſich ein rechtwinkeliges Viereck vorſtellen müſſen, wovon jede Seite eine Meile lang wäre.

Weiß man nun aus der Raum-Meßkunde (Geometrie) daß man die Oberfläche einer Kugel findet, wenn man den Umfang ihres größten Kreiſes mit dem Durchmeſſer deſſelben vervielfacht; ſo iſt die Größe der Erdfläche nun bald gefunden: man nimmt nämlich die 5400 Meilen des größten Kreiſes 1719 mal, weil der Durchmeſſer der Erde nach dem vorigen 1719 Meilen lang iſt; ſo findet man die ganze Oberfläche der Erde 9,282,600 Flächenmeilen groß.

Um den körperlichen Inhalt eines gegebenen Körpers zu finden, muß man ſich eben

ſo eines Körpers zum Grundmaaße bedienen, wie man zur Meſſung der Flächen einer Fläche bedurfte. Man hat dazu den Würfel am bequemſten gefunden, deſſen körperlicher Umfang von ſechs rechtwinkelig auf einander ſtehenden gleichſeitigen Rechtecken eingeſchloſſen wird. So würde alſo ein Würfel, bei welchem jede ſeiner ſechs Seitenflächen der Fig. 8. gleich wäre, ein Körperfuß (Kubikfuß) heißen, wenn Fig. 8. ein Flächenfuß, und jede der ſie einſchließenden Linien ein Längenfuß wäre. Hieraus folgt von ſelbſt, daß unter einer Körpermeile (Kubikmeile) ein ſolcher Würfel zu verſtehn iſt, deſſen ſechs Seitenflächen jede aus einer Flächenmeile beſtehn.

Da uns nun die Raummeßkunde lehrt, daß man, um den körperlichen Inhalt einer Kugel zu finden, die Kugelfläche mit ihrem Durchmeſſer vervielfachen und von der ſo gefundenen Zahl den ſechſten Theil nehmen muß (wenn man es nicht bequemer findet, zur Erſparung dieſer Theilung gleich anfangs nur den ſechſten Theil der Kugelflächen, oder den ſechſten Theil des Durchmeſſers zu nehmen); ſo läßt ſich nun der körperliche Inhalt der Erde leicht herausbringen.

Man vervielfache die gefundene Erdfläche, 9,282,600 Flächenmeilen, mit dem Durchmeſſer 1719 Meilen; ſo bekommt man 15956789400, wovon der ſechſte Theil 2659,464, 900 Körpermeilen als den körperlichen Inhalt des ganzen Erdkörpers angiebt.

So wären dann die Fragen über die Größe der Erde ſämtlich beantwortet, und wir können nun

II.

die tägliche Bewegung der Erde und die Entſtehung von Tag und Nacht.

zum Gegenſtande unſerer Aufmerkſamkeit machen.

Die Erſcheinung, daß ſich die Sonne täglich von Morgen gegen Abend bewege, und am andern Morgen wieder in dem vortägigen Orte ihres Aufgangs zum Vorſchein kommt, daß etwas Aehnliches bei dem Monde und bei den ſämtlichen Geſtirnen wahrzunehmen iſt, muß ſchon die Aufmerkſamkeit der erſten Menſchen gereizt haben. Man kann es ihnen nicht verargen, daß ſie ſich, um dieſe auffallende und täglich wiederkehrende Begebenheit zu erklären, ganz an dem Augenſchein hielten, und annahmen: der ganze Himmel drehe ſich mit allen Geſtirnen alle 24 Stunden rund um die in der Mitte aller Weltkörper ruhende Erde. So bald ſich aber

allmälig die Begriffe über die Himmelskörper aufhellten; ſo bald man einzuſehen anfing, daß ſie nicht zur Ergözzung der Erdbewohner an der Himmelskugel veſtgenagelte Lampen wären: ſo bald man bemerkte, daß einige dieſer Körper ſich an dem Himmel vor andern vorbei bewegten; ſo bald man vermuthete, daß der ungleiche Glanz der Himmelskörper weit mehr vielleicht von der Ungleichheit ihres Abſtandes von der Erde, als von der Verſchiedenheit ihrer eigenen Größe oder leuchtenden Kraft herrühren möge; ſo bald man die Entfernung der Sonne von der Erde und unſern Abſtand von den übrigen ſelbſtleuchtenden Sternen einigermaßen ſchäzen lernte: ſo wurde es immer unwahrſcheinlicher und undenkbarer, daß ſich der ganze Himmelsraum mit ſeinen unermeßlich weit von uns entfernten Geſtirnen alle 24 Stunden rund um die Erde bewegen ſolle. Schon die Sonne iſt über 20 Millionen Meilen von der Erde entfernt; ſie müßte alſo binnen 24 Stunden einen Kreis durchlaufen, der über 40 Millionen Meilen zum Durchmeſſer, und über 120 Millionen Meilen in ſeinem Umfange hätte; ſo daß die Sonne in jeder Stunde über 5 Millionen Meilen durchlaufen müßte, um ihren täglichen Lauf um die Erde zu vollenden. Bedenkt man nun, daß die Sternkundigen den Abſtand des nächſten Firſterns von der Erde auf 8 Billionen Meilen berechnen; ſo mag jeder meiner Leſer ſelbſt verſuchen, ob er ſich einen Begriff von einer Geſchwindigkeit machen kann, die in jeder Stunde über 2 Billionen Meilen beträgt. Wie ſollte man ſich nun vollends bei den übrigen unendlich entfernten Sternen einen ſolchen täglichen Umlauf denken können!

Betrachtungen dieſer Art haben nothwendig zu Verſuchen führen müſſen, die Erſcheinung des täglichen Umlaufs des ganzen Himmels von Morgen gegen Abend auf eine mehr begreifliche Weiſe zu erklären. Man mußte bald einſehn, daß eine Bewegung der um ihre Achſe (eine durch die beiden Angelpunkte und den Mittelpunkt der Erde gedachte Linie) wenn ſie von Abend gegen Morgen geſchähe, völlig eben dieſelben Erſcheinungen hervorbringen müßte, als wenn der ganze Himmel von Morgen gegen Abend rund um ſie herrumliefe.

Um ſich von einer ſolchen Bewegung der Erde einen Begriff zu machen, denke man ſich eine Kugel A B C D (Fig. 9.), durch deren Mittelpunkt O man einen Drath A C geſteckt hatte, den man nun bei A und C zwiſchen den Fingern drehte, um die Kugel um ſich ſelbſt herumzudrehn. An dieſer Kugel würden die beiden Punkte A und C die Angelpunkte (Pole); die durch beide Angelpunkte und den Mittelpunkt der Kugel gehende Linie A C würde die Achſe, und der von beiden Angelpunkten gleich weit entfern-

te größte Kreis D B würde die Mittellinie dieſer Kugel ſeyn. Wenn man nun dieſe Kugel zwiſchen den Fingern ſo drehet, daß ſie ſich von D nach B zu bewegte; ſo würden die beiden Punkte auf der Oberfläche A und C immer ganz unverändert auf ihrer Stelle bleiben, der Punkt e würde den halben Kreis e f, der Punkt n den größern halben Kreis n o, der Punkt D den größten halben Kreis D B beſchreiben: über D B hinaus nach C würden die halben Kreiſe, welche jeder Punkt zu beſchreiben hätte, wieder kleiner werden. Eben ſo würde innerhalb der Kugel die ganze Achſe A C unbeweglich bleiben, ſo wie die Achſe an einem Wagen um welche ſich ein Rad dreht; dagegen wird jeder andere Punkt derſelben während des Umlaufs einen deſto größern Kreis beſchreiben, je weiter er von der Achſe entfernt liegt; ſo würden z. B. die Punkte b, d und m einen kleineren Raum zu durchlaufen haben, als der Punkt s, und dieſer einen kleinern, als der Punkt D. Die gerade Linie P S, welche die Erdachſe nebſt ihrer Fortſetzung bis zu den beiden entgegengeſetzten Punkten des Himmels P und S darſtellt, heißt eben ſo die Weltachſe, wie A C die Erdachſe heißt: der Punkt A, welcher auf der Erde am nächſten unter dem nördlichen Angelſtern liegt, heißt der Nord-Angelpunkt (Nordpol): ſo wie der entgegengeſetzte C der Südangelgunkt (Südpol): A und G ſind die Angelpunkte (Pole der Erde; P und S die Angelpunkte (Pole) des Himmels.

Geſetzt nun, die Sonne ſtehe unbeweglich in H (Fig. 9.) und der Punkt D auf der Erde bewege ſich nach B zu um A C. In D ſelbſt wird die Sonne gar nicht wahrzunehmen ſeyn, weil die eine Hälfte der Erdkugel oberhalb, die andere unterhalb der hier gezeichneten Fläche, zwiſchen den Punkten D und H liegt, und über dieſelbe nicht weggeſehen werden kann. Erhebt ſich aber der Punkt D auf ſeinem Wege nach B ſo weit, daß eine Stecknadel von der Länge O D, die mit ihrer Spitze ſenkrecht auf A C und D B in O ſteht, den Ort vorſtellt, wo alsdann D befindlich iſt; ſo wird alsdann die Sonne dem Zuſchauer, wenn er ſich mit dem Geſicht gegen Norden P wendet, am Rande ſeines Geſichtskreiſes zur Rechten erſcheinen, weil der Punkt D alsdann von der Kreisfläche H P K S um 90 Grad entfernt iſt: bewegt ſich D dann weiter bis B; ſo wird man daſelbſt die Sonne ſenkrecht über ſich haben; ſetzt nun D die angefangene Bewegung fort; ſo wird er unterhalb der hier verzeichneten Fläche herabſinken, und in einem Punkte ankommen, der ſenkrecht unterhalb der Fläche ABCD unter O liegt, und um die Länge O D von O entfernt iſt: er wird dann wieder um 90 Grad von H entfernt ſeyn, und der Zuſchauer wird, wenn er ſeine Stellung nicht verändert hat, ſondern ſein Geſicht noch immer nach P rich-

tet, die Sonne wieder am Rande ſeines Geſichtskreiſes, aber zu ſeiner Linken wahrneh-man: entfernt er ſich wieder von dieſem Punkte; ſo wird die Sonne aus ſeinem Geſichts-kreiſe völlig verſchwinden, und wenn er wieder nach D gelangt; ſo wird wieder die ganze Erdkugel zwiſchen ihm und der Sonne liegen. Der in D befindliche Zuſchauer wird alſo auf dem Wege von D nach B, und von hier zurück nach D die Sonne nach einander in allen den Lagen gegen ſich erblicken, worin ſie ihm bei ihrem ſcheinbaren täglichen Umlauf um die Erde erſcheint. Er wird, wenn er ſich auf der in Fig. 9. angegebenen Stelle des Punktes D befindet, vollkommen Mitternacht haben: die Sonne wird ihm aufzugehn ſcheinen, wenn er den vierten Theil ſeines Umlaufs vollbracht hat und ſenkrecht oberhalb O ſteht: er wird Mittag haben, wenn er in dem Punkte B angekommen iſt, wo die Sonne ſenkrecht über ſeinem Scheitel ſteht: und ſo wie er ſich unterhalb der hier gezeich-neten Fläche wieder herabſenkt, wird es ihm Abend zu werden ſcheinen; bis er endlich, nach völlig vollbrachten Umlauf in D wieder Mitternacht bekommt.

Was von dem Punkte D gilt, paßt nicht weniger auf die in einerlei Mittagskreiſe mit ihm liegenden Punkte e, n, p und g; auch ſie werden mit jenem zugleich Morgen, Mittag, Abend und Mitternacht haben: kurz, alle Erſcheinungen werden ganz dieſelben ſeyn, als wenn die Sonne aus H oberhalb O nach K gegangen, und dort unterhalb der hier gezeichneten Fläche wieder nach H zurück gekehrt wäre. Eben ſo gilt, was jezt von der Sonne gezeigt iſt, auch von den in einerlei Mittagskreiſe mit ihr liegenden Sternen L und M, die bloß in kleinern Kreiſen eine ſcheinbare Bewegung rund um den Zuſchauer nach R und N zu vollenden ſcheinen.

Da nun die Erſcheinungen völlig dieſelben ſind, man mag die tägliche Bewegung der Erde um ihre Achſe, oder die tägliche Umwälzung der ganzen Himmelskugel um die in ihrer Mitte ruhende Erde annehmen; ſo hat man zwiſchen beiden Vorausſetzungen in ſo fern völlig freie Wahl. Natürlich wird man aber, wenn man vernünftig verfahren will, diejenige Erklärungsart vorziehn, welche am beſten mit allen übrigen Umſtänden überein-ſtimmt, und aus welcher ſich die Erſcheinungen mit der größern Leichtigkeit herleiten laſ-ſen. Nun habe ich ſchon oben gezeigt, daß, bei der Vorausſetzung des Umlaufs der Himmels-kugel um die Erde, die Sonne in jeder Stunde über 5 Millionen, und der nächſte Fixſtern in eben dieſer Zeit über 2 Billionen deutſche Meilen, jeder entferntere aber einen noch unermeßlich größern Raum, zurücklegen müßte, dagegen die Erde, wenn ſie ſich um ihre Achſe dreht, innerhalb vier und zwanzig Stunden, ſelbſt unter der Mittellinie, nur

5400 Meilen, folglich in jeder Stunde nur 225 Meilen, und in den kleinern Kreiſen n o, p q, e f, und g h noch ungleich weniger zu durchlaufen hat. Es iſt alſo wohl gar keine Frage darüber, welche von beiden Erklärungsarten von dieſer Seite den Vorzug verdiene.

Wenn aber nach dieſem ſo in die Augen fallenden Grunde dennoch jemand geneigt bliebe, lieber den täglichen Umlauf des ganzen Himmels um die Erde, als die Umdrehung der Erde um ihre Achſe anzunehmen; ſo würde er doch durch andere Gründe genöthigt werden, von dieſer Vorſtellungsart abzugehn.

Schon die in dem vorigen Abſchnitte bewieſene Geſtalt der Erde giebt durch die Abplattung bei den Angelpunkten einen ſtarken Beweis für die tägliche Umwälzung der Erde. Wir finden nämlich überall auf unſerm Erdkörper eine unſichtbare Kraft, deren Erſcheinungen, wenn uns nicht die Gewohnheit dagegen gleichgültig machte, uns jeden Augenblick in Erſtaunen ſetzen würden. Wir ſehn, daß jeder Körper, ſo bald er nicht auf irgend eine Weiſe unterſtützt wird, ſenkrecht gegen die Oberfläche der Erde fällt. Wir dürfen nur den Faden eines Bleiloths zerſchneiden, um es gerade herab fallen zu ſehn: und jedermann weiß, daß alles, was er in den Händen hält, ſo bald er es los läßt, augenblicklich hinab fällt, bis es auf einem Tiſche, auf dem Stubenboden, oder auf der Erdfläche einen Widerſtand findet, wodurch es im Fallen aufgehalten wird. Die Kraft, wodurch alle dieſe Erſcheinungen und ſelbſt die Bewegungen der Himmelskörper, bewirkt werden, und welcher wir bei ihren Wirkungen auf der Erde den Nahmen der Schwere geben, treibt unaufhörlich und gleichförmig alle veſten und flüſſigen Theile der Erde ſenkrecht gegen die Oberfläche derſelben, und folglich nach den Richtungen, welche in Fig. 9. die Linien M m, N n, R r, P p, A a, C c, F f, u. ſ. w. anzeigen. Dieſe Linien, innerhalb der Erdmaſſe fortgeſetzt, müſſen bei einer vorausgeſetzten Kugelgeſtalt nothwendig im Mittelpunkt der Erde O (Fig. 9.) zuſammenkommen, und daher nennt man auch die Schwere eine zum Mittelpunkte der Erde wirkende Kraft (Centripetalkraft): die verſchiedenen Theile, woraus der Erdkörper beſteht, konnten alſo, vermöge der auf ſie ſämtlich einwirkenden Kraft der Schwere nicht eher zur Ruhe kommen, als bis ſie ſich alle in gleicher Entfernung vom Mittelpunkt gegen einander in's Gleichgewicht geſetzt hatten, ſo daß die Erde dadurch eine vollkommene Kugelgeſtalt annahm. Da dieſe Wirkung der Schwerkraft auf alle Punkte der Erdoberfläche, wegen ihres gleich großen Abſtandes vom Mittelpunkte, wohin der allgemeine Drang der Materie gerichtet iſt, alsdann gleichförmig

ſeyn müßte; ſo hätte der Erdkörper, ſeine völlige und genaue Kugelgeſtalt, die er anfangs annahm, ungeſtört behalten müſſen, wenn nicht eine andere Kraft dieſelbe abgeändert, und die gleichförmige Wirkung der Schwere auf die Erdfläche geſtört hätte.

Dieſe der Schwere entgegengeſetzte Kraft iſt die Flugkraft, Fliehkraft, Schwungkraft (Centrifugalkraft), von deren Daſeyn, und von deren der Schwere entgegenſtrebender Wirkungsart man ſich leicht überzeugen kann, wenn man nur einen Stein an einen Faden bindet und rund um ſich herumſchwingt. Je ſchneller der Umſchwung geſchieht, deſto ſtärker fühlt man in der Hand die Schwungkraft des Steins, oder ſeine Bemühung, von der Hand wegzufliegen: und wenn man den Faden plötzlich losläßt; ſo bemerkt man, daß der Stein nicht gerade auf der Stelle, wo man ihn ſeiner natürlichen Freiheit wieder überläßt, ſenkrecht zu Boden fällt, welches nothwendig geſchehen würde wenn keine andere Kraft außer der Schwere auf ihn Einfluß hätte; ſondern daß er, nach der Richtung zu, die ihm im Schwingen beigebracht war, und dem Grade der Kraft und der Geſchwindigkeit gemäß, womit er geſchwungen wurde, mehr oder weniger im Fallen von der ſenkrechten Linie abweicht: die Schwerkraft hat alſo offenbar gegen eine andere Kraft zu kämpfen, ehe es ihr gelingt, den Stein zu Boden zu ziehen; und dieſe ihr entgegenwirkende Kraft iſt die Schwungkraft. vermöge deren der Stein immerfort in der ihm ertheilten Richtung ſeine Bewegung fortſetzen würde, wenn ſie nicht endlich von der Kraft der Schwere überwältigt würde.

Da die Schwungkraft immer um deſto ſtärker wirkt, je ſchneller der Umſchwung eines Körpers iſt: ſo läßt ſich hieraus natürlich erklären, warum die Erde eine gegen die Angelpunkte zu abgeplattete und eine gegen die Mittellinie zu erhabene Geſtalt durch dieſe Kraft bekommen mußte. Geſetzt A D C B (Fig. 9.) ſey der Umfang der Erde in einem ihrer Mittagskreiſe, A C wie vorher ihre Achſe, und D B die Mittellinie: wenn ſie nun die Erde um ihre Achſe A C dreht, ſo muß die Maſſe der Erde durch eine von dem Umſchwunge bewirkte Fliehkraft das Beſtreben erhalten, ſich nach den Richtungen K u, K l, x z, x t, O B, O D u, ſ. w., folglich ſenkrecht von der Achſe, von dem Erdkörper zu entfernen, wodurch folglich ein Theil von der Wirkung der Schwerkraft aufgehoben wird. Dieſes Beſtreben jedes Theils, ſich von der Erdfläche zu entfernen, muß immer mehr zunehmen je weiter irgend ein Punkt der Oberfläche von einem Angelpunkte entfernt, und je näher er der Mittellinie liegt; weil die Punkte t und l, während eben der vier und zwanzig Stunden, worin der Punkt D einen Kreis um die Erdachſe bei der Umwälzung der Erde durchläuft, ebenfalls ihre Kreiſe um dieſelbe beſchreiben, die aber immer kleiner ſind, je näher man an den

Angelpunkt kommt, der bei allen Umwälzungen der Erde immerfort auf derſelben Stelle bleibt; die Bewegung jedes Punktes der Erdfläche bei der Umwälzung iſt alſo um deſto langſamer, je näher er an dem Angelpunkte liegt, und folglich wird die Schwungkraft, die mit der Geſchwindigkeit der Bewegung wächſt, mit ihrer Langſamkeit abnimmt, gegen den Angelpunkt zu immer geringer; daher wird ſich der Punkt B mit ſtärkerer Kraft nach der Richtung B w von der Erdoberfläche zu entfernen ſtreben, als der Punkt u in der Richtung u i, und der Punkt A wird, wegen ſeiner immerwährenden Ruhe, gar keine Einwirkung der Schwungkraft ſpüren. Hieraus iſt klar, warum vermöge der Schwungkraft der Abſtand der Erdfläche von dem Mittelpunkte der Erde in B, welches ſich am ſtärkſten nach der Richtung B w zu entfernen ſtrebt, größer als in z, hier größer als in u, und in u größer als in A ſein muß, wo gar keine Bewegung ſtatt findet, und folglich gar keine Schwungkraft den Einwirkungen der Schwere Widerſtand thut. Dazu kommt noch, daß beide Kräfte nur auf der Mittellinie einander ſenkrecht entgegen wirken, indem die Schwere den Punkt B nach O zu, und die Schwungkraft eben denſelben Punkt nach w zu treibt. Bei andern Punkten, die nicht in der Mittellinie liegen, bildet die Gegenwirkung beider Kräfte eine Richtungslinie für jeden Punkt der Erdfläche, nach welcher er ſich nicht ſo ſtark geradezu von der Oberfläche zu entfernen ſtrebt. So treibt die Schwungkraft allein, z. B. den Punkt u in der Richtung u i von der Oberfläche fort; die Schwere aber zieht ihn, nicht in der Linie u k nach der Erdachſe, ſondern in der Richtung n O nach dem Mittelpunkte der Erde: folglich widerſtrebt die Schwungkraft der Schwere in dem Punkte u weniger geradezu als in B, und aus der Gegenwirkung beider Kräfte entſteht nun für das Entfernen des Punkts u von der Erdfläche eine Linie in u, die mit v i gleichlaufend, und auf O u ſenkrecht ſeyn muß, vermöge deren alſo der Punkt nicht mehr geradezu nach i, ſondern mehr längs der Erdfläche nach B hin ſtrebt. Hieraus wird alſo die größere Erhöhung der Erde in der Mittellinie vollkommen begreiflich, wenn man die Umwälzung dee Erde um ihre Achſe annimmt: wenn man aber eine immerwährende Ruhe der Erde vorausſetzt; ſo kann man die Abweichung derſelben von der vollkommenen Kugelgeſtalt, die wir im vorigen Abſchnitte bewieſen haben, durchaus nicht erklären.

Beide Erſcheinungen die bei den Angelpunkten zuſammengedrückte Geſtalt der Erde, und die tägliche Umdrehung derſelben um ihre Achſe ſtehen in der genaueſten Verbindung mit einander. So wie jene Abweichung von der Kugelgeſtalt ohne dieſe Bewegung ganz

unerklärbar ſeyn würde; ſo würde hingegen der tägliche Umſchwung die Gegenden um die Mittellinie völlig in Waſſer begraben, wenn nicht das veſte Land daſelbſt weiter, als unter den Angelpunkten von den Mittelpunkte der Erde entfernt wäre. Denn da alle großen Meere auf der Erdfläche unter einander im Zuſammenhang ſtehn; ſo müßte ſich das Waſſer, wenn der veſte Theil der Erde eine vollkommene Kugel wäre, unter der Mittellinie anhäufen und die Gegenden um die Angelpunkte verlaſſen, weil das vermöge der Schwungkraft bei der Mittellinie leichtere Waſſer, keine andere Weiſe dem unter den Angelpunkten ſchwereren das Gleichgewicht halten könnte. So müßte es alſo in der Gegend der Mittellinie ein einziges unergründliches Meer geben, und das veſte Land müßte aus demſelben als zwei große, gegen die Angelpunkte immer höher werdende Berge hervorragen, wenn der veſte Theil der Erde eine vollkommene Kugelgeſtalt hätte, und die Erde ſich dennoch täglich um ihre Achſe bewegte. So bald man alſo die tägliche Bewegung der Erde annimmt; ſo muß man auch die Abplattung der Erde bei den Angelpunkten annehmen, weil ſonſt das veſte Land unter der Mittellinie und das große Südmeer am ſüdlichen Angelpunkte gleich unbegreiflich ſeyn würde.

Um aber die tägliche Umdrehung der Achſe ganz unläugbar zu beweiſen, könnte wohl nichts dienlicher ſeyn, als wenn man noch andre Erſcheinungen in der Gegend der Mittellinie gewahr würde, die ſich nur aus der größern Wirkung der Schwungkraft daſelbſt erklären ließen. Und ſo verhält es ſich in der That. Die durch die Umwälzung der Erde auf ihrer Oberfläche entſtehende Fliehkraft läßt erwarten, daß die Schwere, oder die Kraft, womit die Körper gegen die Erde fallen, ſo wie man von den Angelpuncten nach den Mittellinien zu geht, abnehmen, oder daß die Körper dorthin einen Theil ihrer Schwere verlieren und leichter werden müſſen, welches unter der Mittellinie ſelbſt am merklichſten ſeyn würde. Wenn wir nun dieſe Abnahme der Schwere gegen die Mittellinie zu, und die größere Leichtigkeit der Körper unter der Mittellinie, durch würkliche Beobachtungen beſtätigt finden; ſo wird die Umwälzung der Erde dadurch augenſcheinlich beſtätigt und außer allen Zweifel geſezt.

Durch bloßes Wiegen dieſe größere Leichtigkeit der Körper unter der Mittellinie herauszubringen, iſt vollkommen unmöglich. Ein Stück Blei, welches unter einem Angelpunkt zehn Pfund ſchwer iſt, wird auch unter der Mittellinie zehn Pfund wiegen, wenn es dort gleich noch ſo viel leichter wäre; denn das Gewicht, mit welchem man es vergleicht, wird ſeine Schwere dort um eben ſo viel verändern. Geſezt, jenes Stück Blei würde unter der Mittellinie ſo leicht, daß es nur ſo ſchwer bliebe, wie fünf

Pfund unter dem Angelpunkte, ſo wird das Gewicht, womit man es unter dem Angelpunkte gewogen hat, ebenfalls die Hälfte ſeiner Schwere unter der Mittellinie verlieren, und folglich wird jenes Stück Blei an beiden Orten mit einem Gewichte von zehn Pfund immer im Gleichgewicht bleiben, wie ſehr auch an und für ſich ſeine Schwere in beiden Gegenden verſchieden ſeyn mag.

Wir müſſen demnach, um die größere Leichtigkeit der Körper unter der Mittellinie zu erweiſen, durchaus ein anderes Hülfsmittel, als die Waage, aufſuchen, und dieſes Hülfsmittel finden wir am Pendel.

Ein in Bewegung geſetztes Pendel, oder eine bloß an einem Faden a c aufgehangene Bleikugel (Fig. 10.) verrichte ihre Schwingungen um a nach b und d durch die Bogen b d und d b vermittelſt der Schwerkraft, ſo wie jeder fallende Körper durch die Schwere gegen die Erde fällt, wenn er nicht unterſtützt wird: ſie können auch nur in dem niedrigſten Orte in c, und in einer gegen die Erde ſenkrechten Stellung zur Ruhe kommen. In der Lehre von der Bewegung wird gezeigt, daß ſich ein ganzer Schwung des Pendels, der aus den beiden halben Schwingen von b nach d und wieder zurück von d nach b beſteht, wenn er einen ſehr kleinen Bogen beſchreibt, ſeiner Dauer nach eben ſo zu der Zeit verhält, worin der bei c beveſtigte Körper durch die doppelte Länge von a c frei herabfallen würde, wie der Umfang eines Kreiſes zu ſeinem Durchmeſſer. Da nun die Meßkunde lehrt, daß der Umfang jedes Kreiſes um etwas mehr als dreymahl (um $3\frac{141592}{1000000}$ länger iſt, als ſein Durchmeſſer; ſo kann man jenes Geſetz auch ſo ausdrücken; das Pendel vollendet einen ſehr kleinen ganzen Schwung (von b nach d und, von d wieder nach b) in etwas mehr als der dreifachen Zeit, welche die Bleikugel c gebrauchen würde, um ſenkrecht herrunter durch eine Linie zu fallen, die gerade doppelt ſo groß wie a c wäre.

Ganz genau gilt dieſes Geſetz nur für unendlich kleine Bogen: wenn der Winkel b a c (Fig. 10) einen Grad, oder b c den 360ſten Theil des Kreisumfanges beträgt; ſo würde jeder Schwung um beinahe $\frac{1}{50000}$ ſeiner Dauer zu lang ſeyn. Wäre eben dieſer Winkel 2 Grad; ſo würde der Ueberſchuß faſt $\frac{4}{50000}$, wäre er 5 Grad; ſo würde er ſchon $\frac{1}{2000}$ von der Dauer des ganzen Schwunges betragen. Man ſieht hieraus, daß die Unterſchiede für ſehr kleine Bogen ſo geringe ſind, daß man jenes Geſetz, welches genau nur für unendlich kleine Bogen wahr iſt, füglich auf alle ſehr kleinen Bogen anwenden kann.

Aus dieſem Geſetze folgt nun zuerſt: daß alle ſehr kleinen Schwingungen eines

Pendels in gleicher Zeit vollbracht werden, wenn ſie auch nicht völlig gleich groß ſind; weil die Zeit einer ſolchen Schwingung von der Zeit des freien Falles durch die doppelte Länge des Pendels abhängt.

Zweitens folgt hieraus: daß die Dauer der Schwingungen eines Pendels immer einerlei bleibt, der Schwere Punkt deſſelben bei c mag groß oder klein, dicht oder locker ſeyn. Da die Dauer der Schwingung bloß von der Dauer des freien Falles abhängig iſt, und da kleine und große, lockere und dichte Körper in gleicher Zeit fallen, weil jeder einzelne Theil derſelben von der Schwere nach dem Mittelpunkte der Erde gezogen wird; ſo muß auch jeder Theil in dem am Ende eines Pendels beveſtigten Körpers für ſich ſchwingen: hundert oder tauſend ſolche Theile werden alſo ihren Weg weder früher noch ſpäter vollenden, als ein einziger. In der genaueſten Strenge gilt dieſe Behauptung freilich nur von der Bewegung des fallenden oder ſich ſchwingenden Körpers im leeren Raum; denn der Widerſtand der Luft wirkt freilich der Bewegung ſolcher Körper mehr entgegen, die ihr bei gleichem Gewicht eine größere Fläche darbieten. So wie alſo eine Feder in der Luft langſamer zur Erde gelangt, als ein Stück Blei, obgleich beide im luftleeren Raume mit gleicher Geſchwindigkeit fallen; ſo wird ſich der Körper bei c auch langſamer ſchwingen, wenn er lockerer und kleiner, als wenn er dichter und größer iſt.

Drittens folgt aus dem obigen Geſetze für die Dauer der Pendelſchwüngen: daß ſich ein kürzeres Pendel ſchneller, ein längeres langſamer ſchwingen muß. Der ganze Schwung nämlich ſoll etwas mehr als dreimahl ſo viel Zeit fordern, als zum Fall durch die doppelte Länge des Pendels gehören würde: nun fällt aber ein Körper offenbar von einer geringern Höhe in kürzerer Zeit, als von einer längeren herab; der wird alſo durch die doppelte Länge des kurzen Pendels ſchneller als durch die doppelte Länge des langen fallen: folglich wird ſich das kürzere auch in einer geringern Zeit ſchwingen.

Viertens folgt hieraus, daß Pendel von gleicher Länge ſich auf der ganzen Erde in gleichen Zeiten ſchwingen müßten, wenn die Kraft der Schwere an allen Orten gleich wäre. Denn da die Dauer des Schwunges von der Zeit des Falls durch die doppelte Pendellänge abhängt; ſo muß ſie bei gleichen Pendeln allenthalben gleich ſeyn, wo die Körper in gleichen Zeiten durch gleich große Räume fallen, das heißt, wo die Schwerkraft gleich ſtark auf ſie wirkt. Wäre die Schwere irgend wo ſtärker; ſo würde ſie die fallenden Körper ſtärker an ſich ziehn, und ſie dadurch nöthigen in gleichen Zeiten durch größere Räume zu fallen, als an denen Orten, wo ſie einen geringern Einfluß auf ſie

hätte; folglich würde ſich auch ein gleich langes Pendel an verſchiedenen Stellen der Erde mit ungleicher Geſchwindigkeit ſchwingen, wenn die Körper wegen der ungleichen Einwirkung der Schwere durch ſeine doppelte Länge an einem Orte ſchneller, am andern langſamer fielen. Man nimmt ein Pendel, deſſen halber Schwung (alſo ein Hingang von b nach d; oder ein Rückgang von d nach b Fig. 10) eine Secunde, und deſſen ganzer Schwung von b bis wieder nach b folglich 2 Secunden dauert, ein Secundenpendel: durch die bisherigen Erläuterungen wird es daher völlig begreiflich ſeyn, wie man die Länge des Secundenpendels gebrauchen kann, um den Grad der Schwere an jedem Orte zu beſtimmen.

Auf dieſen Gründen beruhete der Auftrag, welchen Herr Richer im Jahre 1672 von der Pariſer Akademie erhielt, bei ſeinem Aufenthalte auf der Inſel Cayenne, die bei Südamerika nur um 5 Grade von der Mittellinie entfernt liegt, mit einem von Paris dorthin mitgenommenen Secundenpendel Verſuche anzuſtellen. Richer fand wirklich, daß ſeine Pariſer Uhr in Cayenne täglich um zwei Minuten zu langſam ging: er war genöthigt, die Pendelſtange um $1\frac{1}{4}$ Linie (alſo um mehr als den zehnten Theil eines Zolls) zu verkürzen; wenn das Pendel auf dieſer Inſel ſeine 3600 Schwingungen oder Secunden in einer Stunde richtig ſchlagen ſollte: bei ſeiner Zurückkunft nach Paris hingegen ſchlug eben dieſes Pendel zu geſchwinde, und ging nicht eher richtig, bis es wieder zu ſeiner vorigen Länge gebracht war.

Hieraus ergab ſich augenſcheinlich, daß die Schwere des Pendels zu Cayenne geringer geweſen war, als zu Paris: und eben auf dieſe Beobachtung Richers ſtützten Huygens und Newton ihre Behauptung, daß die Wirkung der Schwungkraft die Erdmaſſe unter der Mittellinie mehr angehäuft haben müſſe, als unter den Angelpunkten. Die Naturforſcher und Sternkundigen haben in der Folge häufige Beobachtungen und Unterſuchungen über die genaue Länge des Secundenpendels in verſchiedenen Entfernungen von der Mittellinie angeſtellt, welche ſämtlich mit der Entdeckung Richers übereinſtimmen. Durch die Vergleichung dieſer Unterſuchungen und durch darauf gegründete Berechnungen hat man erwieſen, daß weder die größere Entfernung der Erdfläche von dem Mittelpunkte der Erde unter der Mittellinie, noch der Umſchwung der Erde allein, eine ſo große Abnahme der Schwere daſelbſt, wie wir ſie wirklich finden, zu bewirken im Stande ſind; ſondern daß man durchaus die Zuſammenwirkung dieſer beiden Urſachen annehmen muß, um die Erſcheinungen der geringern Schwere unter der Mittellinie befriedigend zu erklären.

Alle dieſe Gründe zuſammengenommen, beweiſen die tägliche Umwälzung der Erde ſo unwiderleglich, daß jeder dagegen aufſtoßende Zweifel nur aus irgend einer irrigen Vorſtellung entſpringen kann. Den gewöhnlichſten derſelben hoffe ich durch folgende Bemerkungen zu begegnen.

Erſtens. Die Unmerklichkeit dieſer Bewegung beweiſet nichts gegen ihre Wirklichkeit; denn wir bewegen uns öfter, ohne es gewahr zu werden, und ſchreiben dann andern Gegenſtänden, die doch ganz ruhig und unbeweglich ſind, eine Bewegung zu. Wer mit geſchloſſenen Augen auf einer ſandigen oder graſigen Ebene fährt, wo kein Stoß die Gleichförmigkeit der Bewegung unterbricht, wird gar keine Bewegung merken; ſondern, ſeinem Gefühl nach, unbeweglich auf derſelben Stelle zu bleiben glauben: nun kann aber keine Bewegung ſo gleichförmig ſeyn, als der Umſchwung der Erde um ihre Achſe; denn ſie geht ununterbrochen, mit gleicher Geſchwindigkeit, ohne Anſtoß und ohne Hinderniß fort, und es findet durchaus keine Erſchütterung dabei Statt. So wie man nun bei einer ſanften und gleichförmigen Fahrt auf einem Wagen, oder zu Schiffe bei ruhigem Meere, oder auf ſtillen Flüſſen, die wirkliche Bewegung des Fahrzeuges nicht gewahr wird, ſondern vielmehr die unbeweglichen Gegenſtände umher, die Bäume, Häuſer und Ufer, in Bewegung zu ſehen glaubt; ſo können wir auch, bei der gleichförmigen Fahrt durch den Himmel, die Bewegung des Fahrzeugs, nämlich unſerer Erde, auf keine Weiſe bemerken; ſondern müſſen den uns umgebenden Gegenſtänden außer der Erde (denn alle Dinge auf der Erde bleiben bei dieſer Bewegung der ganzen Erde und des ſie umgebenden Luftkreiſes in unveränderten Ortverhältniſſen gegen uns) das heißt, den Himmelskörpern, ob ſie gleich unbeweglich ſind, die Bewegung zuſchreiben, worin wir uns ſelbſt befinden. Daß wir dieſe beſtändig ihre Lage gegen uns verändern ſehn, beweiſet bloß, daß eine Bewegung ſtatt finde; aber keinesweges, daß dieſe Bewegung in ihnen ſey.

Zweitens. Die Stelle in der Bibel vom Stillſtande der Sonne (Joſua 10, 12.) kann auf keine Weiſe gegen die Bewegung der Erde angeführt werden. Wenn man auch die ganze Erzählung im buchſtäblichen Sinne nimmt, wozu doch wenige Ausleger in unſerm Zeitalter geneigt ſeyn möchten, wenn man auch an eine buchſtäbliche Eingebung der heiligen Bücher der Juden und Chriſten durch den heiligen Geiſt glaubt; ſo kann man doch keinen andern als den gewöhnlichen Sprachgebrauch darin erwarten. Nun ſpricht aber jedermann auch zu unſern Zeiten, wo doch die tägliche Bewegung der Erde allgemein bekannt und angenommen iſt, vom Anfange und Untergange der Sonne, ohne

den Stillſtand der Sonne läugnen zu wollen, und eben ſo mußte ſich auch der Verfaſſer des Buchs Joſua darüber ausdrücken, wenn er nicht dem Sprachgebrauche Gewalt anthun und dadurch unverſtändlich werden wollte.

So wäre alſo die tägliche Umdrehung der Erde über jede Bedenklichkeit erhaben, und der immerwährende Wechſel von Tag und Nacht auf unſerm Weltkörper dadurch vollkommen erklärt. Wir wollen unſere Leſer jetzt mit dem, was man die Breite und die Länge eines Orts nennt, ſo wie mit dem Geſichtskreiſe und den Weltgegenden, zuvörderſt näher bekannt machen, ehe wir ihnen über die Wechſel der Jahreszeiten ebenfalls die nöthigen Aufſchlüſſe geben.

III.

Von der Mittellinie und der verſchiedenen Breite auf der Erde.

Die Meßkundigen haben ſo wohl an der Erdfläche, als an der Himmelskugel, zum Behuf gewiſſer Meſſungen und Abtheilungen, verſchiedene Kreiſe angenommen, die man ſich bloß vermittelſt der Einbildungskraft vorſtellt, ohne am Himmel oder auf Erden irgend eine Spur von ihrem wirklichen Daſein zu finden. Dieſe Kreiſe ſind ihrer Größe nach von zweierlei Art, größte Kreiſe oder kleinere Kreiſe. Die erſten ſind von vorzüglicher Wichtigkeit, und mit ihrer näheren Betrachtung werden wir uns daher zuerſt beſchäftigen.

Man verſteht unter größten Kreiſen der Erde diejenigen, welche man ſich ſo über die Erdfläche gezogen vorſtellt, daß ihr Mittelpunkt zugleich der Mittelpunkt der Erde iſt, und die alſo den Erdkörper, wenn er nach ihrer Ebene, das heißt, nach der Scheibe, welche ein ſolcher Kreis einſchließt, durchſchnitten würde, in zwei gleiche Theile, oder Halbkugeln zertheilen würden; kleinere Kreiſe hingegen ſind ſolche, deren Flächen den Mittelpunkt der Erde nicht berühren, und die Erdkugel in zwei ungleiche Theile zerſchneiden würden. Größte Kreiſe am Himmel ſind diejenigen, welche aus dem Mittelpunkte der Erde um den Himmel beſchrieben gedacht werden, und alſo die Himmelskugel durch ihre Fläche ebenfalls in zwei Hälften theilen. Wenn ein Kreis am Himmel mit einem Kreiſe auf der Erde ſo zuſammenſtimmt, daß alle von jenem her nach dem Mittelpunkte der Erde gezogenen Linien (Halbmeſſer) den auf der Erde gezogenen Kreis treffen; ſo hei-

ßen beide Kreiſe, übereinſtimmende, zuſammengehörige, einander entſprechende Kreiſe.

Die Mittellinie (Aequator) iſt derjenige größte Kreis der Erde, welcher in gleicher Entfernung von den beiden Angelpunkten gezogen wird (z. B. D B Fig. 9. oder m f Fig. 7.)

Da die Mittellinie gerade über die Mitte der Erde zwiſchen beiden Angelpunkten gezogen wird, und ein Angelpunkt von dem andern um einen halben Kreis entfernt iſt; ſo muß die Mittellinie, die von beiden gleich weit liegt, von jedem Angelpunkt um den vierten Theil eines Kreiſes oder um 90 Grad entfernt ſeyn. So betragen die Bogen von D bis A (Fig. 9.), von D bis O, und eben ſo von B bis A, und von B bis C jeder neunzig Grad; auch ſieht man leicht, daß jeder von ihnen das Maaß eines rechten Winkels D O A, D O C, B O A und B O C iſt. Um alſo anzugeben, wie weit jeder Ort auf der Erde von der Mittellinie entfernt iſt, zählt man die Grade dieſer Entfernung gegen einen der Angelpunkte zu. Da dieſe Entfernung oft Theile eines Grades beträgt, ſo muß man ſich merken, daß man den Grad in 60 Minuten, jede Minute in 60 Secunden, jede Secunde in 60 Terzien u. ſ. w. abtheilt; und um Angaben von dieſer Art nicht mißzuverſtehn, muß man zugleich wiſſen, daß man allemal nach dem Angelpunkte zu zählt, welcher dem Orte, wovon man ſpricht, am nächſten iſt, und daß man daher denſelben mit angeben muß. Man giebt demnach (Fig. 9) die Entfernung der Punkte t, n, l, e, z, o, u und f von D und B nach A zu, aber nicht nach C zu an, weil alle dieſe Oerter zwiſchen der Mittellinie und dem Punkte A, nicht aber zwiſchen ihr und dem Punkte C liegen. So iſt z. B. Berlin um 52 Grad, 31 Minuten und 30 Secunden (52° 31′ 30″) von der Mittellinie zu gegen den nördlichen Angelpunkt entfernt.

Aus der Geſchichte der Erdbeſchreibung lernt man den Grund davon einſehn, warum die Entfernung eines Orts von der Mittellinie gegen einen der beiden Angelpunkte die Breite dieſes Ortes heißt. Die älteſten Erdbeſchreiber nämlich kannten einen größern Strich der Erde von Abend gegen Morgen, als von Mittag gegen Mitternacht: da man nun gewöhnlich die längere Seite einer Fläche, (z. B. eines Ackers) die Länge, die kürzere Seite hingegen die Breite derſelben zu nennen pflegt; ſo nannten ſie die kurze Linie, die ſie auf der ihnen bekannten Erde zwiſchen Mittag und Mitternacht ziehn konnten, die Breite; hingegen die längere, welche ſie von der Abendküſte Europa's bis nach Aſien hineinziehen konnten, die Länge der Erde. Man hat dieſen Nahmen nachher beibehalten,

auch nachdem ſich der Mangel an Einſicht, welcher jenen Benennungen zum Grunde lag, völlig verlohren hatte.

Hieraus wird nun begreiflich, warum man die oben angegebene Lage von Berlin gewöhnlich ſo ausdrückt: Berlin liegt unter 52° 31′ 30″ nördlicher Breite. Auch liegt nun nichts undeutliches mehr in den Ausdrücken: Paris liegt unter 48° 50′ 14″ nördlicher; oder das Vorgebirge der guten Hoffnung liegt unter 33° 55′ 15″ ſüdlicher Breite. Der Ausdruck: Quito liegt unter 0° 13′ 17″ ſüdlicher Breite, will alſo ſagen: Quito liegt um keinen vollen Grad, ſondern nur um 13 Sechzigtheile eines Grades (oder 13 Minuten) und um 17 Sechzigtheile einer Minute (oder um 17 Secunden) von der Mittellinie gegen den ſüdlichen Angelpunkt zu.

Es iſt aber nicht genug, unſern Leſern erklärt zu haben, was man unter ſüdlicher oder nördlicher Breite eines Ortes verſtehe, wir müſſen ihnen auch zeigen, wie man die Breite eines Ortes finde.

Erſtens. Auf der künſtlichen Erdkugel (oder dem Erdglobus) hat die Löſung dieſer Aufgabe gar keine Schwierigkeit. Man findet an jeder künſtlichen Erdkugel einen meſſingen Kreis, der durch die beiden Angelpunkte und die Mittellinie geht, und an welchem die neunzig Grade von der Mittellinie bis zu jedem Angelpunkte verzeichnet ſind. Wenn man alſo den Ort, deſſen Breite man zu wiſſen wünſcht, unter dieſen meſſingenen Mittagskreis bringt, ſo zeigt die Zahl, welche alsdann gerade über demſelben an der Seite dieſes meſſingenen Mittagskreiſes ſteht, den Abſtand des Ortes von der Mittellinie an, und man darf alſo nur zuſehn, nach welchem Angelpunkte zu man zählen muß, um von hier bis zum neunzigſten Grade zu gelangen, damit man zugleich erfahre, ob der gefundene Grad der Breite, zur nördlichen oder ſüdlichen Breite gehöre.

Zweitens. Die Landkarten ſind gewöhnlich ſo gezeichnet, daß man, wenn man ſie gerade vor ſich nimmt, oben auf der Karte Norden, folglich unten Süden, rechts Oſten, und links Weſten hat. Man findet daher an beiden Seiten, zur Rechten und zur Linken Zahlen verzeichnet, die entweder gegen oben (gegen Norden) zu, oder gegen unten (gegen Süden) zu, immer größer werden, und die entweder queer über die ganze Karte gehn, oder, wenn dieſe dadurch zu ſehr mit Linien überhäuft werden müßte, wenigſtens am Rande mit ihren Enden und ihrer Richtung angegeben ſind: dieſe Zahlen nun geben die Breitengrade an. Stellt die Karte einen ganzen Welttheil dar; ſo ſind nicht die einzelnen Grade, ſondern immer eine Entfernung von zehn zu zehn, oder von fünf zu fünf Graden,

durch eine ganze durchgehende Linie bezeichnet, und die einzelnen Theile nur am Rande mit Zahlen angezeigt: iſt nur ein einzelnes ganzes Land auf der Karte verzeichnet; ſo ſind gewöhnlich die ganzen Grade über die ganze Fläche der Karte hin ganz ausgezogen; am Rande aber ſind dieſelben noch in ſechs kleinere Theile eingetheilt, deren jeder, da der ganze Grad ſechszig Minuten enthält, den Abſtand von zehn Minuten angiebt: enthält die Karte nur eine einzelne Provinz; ſo ſind auch wohl die halben Grade durch völlig queer durchgezogene Linien, und am Rande die Entfernungen von fünf zu fünf Minuten, angegeben. Demnach braucht man auf einer Karte bloß einen Ort aufzuſuchen, und gleichlaufend mit der zunächſt unter ihm queer durch gezogenen Linie, welche ein Stück von einem mit der Mittellinie gleichlaufenden Kreiſe vorſtellt, nach dem nächſten, rechten oder linken Rande hinzublikken; ſo findet man daſelbſt die Anzahl der Breitengrade dieſes Orts in Graden oder Minuten, mehr oder minder genau angezeigt. Um zu erfahren, ob die gefundene Zahl die nördliche oder ſüdliche Breite des Ortes angebe, deſſen Breitenbeſtimmung man ſucht, darf man nur am Rande rechts oder links zuſehn, ob die Zahlen der Breitengrade gegen Norden (auf der Karte gegen oben) zu, oder ob ſie gegen Süden (auf der Karte gegen unten) zu, immer größer werden: da die Breite immer von der Mittellinie her gegen den Angelpunkt zu gerechnet wird, und alſo der Zahl der Breitengrade immer größer werden muß, je weiter der Ort von der Mittellinie entfernt liegt; ſo zeigt die gegen Norden zu wachſende Gradezahl die nördliche, und die gegen Süden zu immer größer werdende, die ſüdliche Breite des Orts an.

Drittens. Die Verzeichnung der Breitengrade der Oerter auf der künſtlichen Erdkugel oder auf der Karte ſetzt voraus, daß der Zeichner derſelben die Breite jedes Orts vorher gewußt habe, ehe er die Karte macht. Wie kann man nun die Breite eines Orts ohne künſtliche Erdkugel und ohne Landkarte finden, um ſie auf dieſen anzugeben, oder die auf denſelben angegebene Breite zu prüfen und zu berichtigen.

Diejenigen Leſer, welche ſich noch an das erinnern, was im erſten Abſchnitt über das Finden der Erhöhung des Angelpunkts am Himmel über den Geſichtskreis, oder über das Meſſen der Polhöhe beigebracht iſt, werden in dieſer Aufgabe gar nichts Schwieriges finden. Da die Entfernung des Scheitelpunkts vom Geſichtskreiſe nach allen Seiten zu, und folglich auch über den dem Beobachter ſichtbaren Angelpunkt hinaus, 90 Grad beträgt; ſo ergiebt ſich die Entfernung jedes Orts von der Mittellinie, oder die Breite deſſelben, aus der Polhöhe von ſelbſt, denn ſie iſt derſelben gleich. Geſetzt, ein Ort auf der

Erdfläche liege in m, (Fig. 6.) (wo m f die Mittellinie auf der Erde, und MF die Mittellinie am Himmel, ſo wie p und P die nördlichen Angelpunkte auf der Erde und am Himmel vorſtellen); ſo fällt der Geſichtskreis deſſelben am Himmel in P S, das heißt, in die beiden Angelpunkte: beide ſind alſo um gar nichts über den Geſichtskreis dieſes Orts erhöht, es giebt für dieſen Ort keine Angelhöhe, und eben ſo giebt es für ihn auch keine Breite oder Entfernung von der Mittellinie, ſondern er liegt in derſelben unter der Mittellinie des Himmels. Geht man aber bis n; ſo fällt der Scheitelpunkt in N, der Geſichtskreis in A B, und die Höhe des nördlichen Angelſterns P über dem Geſichtskreiſe beträgt 30 Grad; folglich beträgt auch die Entfernung von m bis n, oder der ihr zugehörige Bogen M N am Himmel 30°, und n liegt alſo unter dem dreißigſten Grade der Breite: und da man hier nur den nördlichen Angelpunkt P, nicht aber den ſüdlichen S, erblicken kann, weil der unterhalb des Punktes B liegt, der gegen S zu die letzte Gränze des Geſichtskreiſes ausmacht; ſo liegt dieſer Ort unter dem dreißigſten Grade nördlicher Breite. Befände man ſich in D; ſo würde E R den Geſichtskreis vorſtellen, man würde den ſüdlichen Angelpunkt S um 30 Grad oberhalb E, und den nördlichen P, welcher 30° unterhalb R, alſo um 120° von d entfernt liegt, gar nicht wahrnehmen: folglich liegt d unter dem dreißigſten Grade ſüdlicher Breite (d hat 30° S. B.).

Dieſe Erläuterungen werden hinreichend ſeyn, um unſern Leſern die Möglichkeit zu zeigen, wie man die Angelhöhe und die Breite eines Ortes finden könne. Bei der wirklichen Auflöſung dieſer Aufgabe hat man manchen Schwierigkeiten zu begegnen, die ſich nur durch mehr Kenntniſſe der Größenlehre und der Sternkunde überwinden laſſen, als hier vorausgeſetzt oder beigebracht werden können.

IV.

Von den Mittagskreiſen, der Länge der Erde, und den daher rührenden Erſcheinungen.

Schon im erſten Abſchnitte habe ich zu bemerken Gelegenheit gehabt, daß man denjenigen Punkt am Himmel, der eine von dem Scheitel des Beobachters ſenkrecht hinaufgezogene Linie daſelbſt berühren würde, den Scheitelpunkt (Zenith) des Beobachters nennt: ich ſetze noch hinzu, daß man demjenigen Punkte am Himmel, welcher dieſe Linie treffen würde, wenn man ſie durch den Mittelpunkt der Erde nach der entgegengeſetzten

Richtung fortzöge, den Nahmen **Fußpunkt** (**Nadir**) zu geben pflegt. *) Hieraus folgt, daß zwar jeder Menſch, und jeder Punkt der Erdfläche ſeinen eignen Scheitelpunkt und Fußpunkt habe; dennoch begnügt man ſich damit, bloß für einen ganzen Ort, z. B. Berlin, Paris, London, dieſe Punkte zu beſtimmen. In Fig. 6. hat der Ort m, den Punkt M zum Scheitel = den Punkt F zum Fußpunkte. Eben ſo iſt N der Scheitelpunkt, und I der Fußpunkt von n. Für r liegen dieſe Punkte in R und E, für c in C und D, für s in S und P , für b in B und A, u. ſ. w

Unter dem **Mittagskreiſe** eines Orts verſteht man entweder einen größten Kreis am Himmel, der durch die beiden Angelpunkte und durch den Scheitelpunkt und Fußpunkt dieſes Orts gedacht wird; oder wenn man von dem Mittagskreiſe auf der Erdfläche redet, einen größten Kreis auf der Erdfläche, den man ſich durch den Ort, deſſen Mittagskreis er vorſtellt, und durch die beiden Angelpunkte der Erde gezogen denkt. Der Name **Mittagskreis** (**Meridian**) kommt daher, weil jeder Ort alsdann Mittag hat, wenn die Sonne, bei ihrem ſcheinbaren täglichen Umlaufe um die Erde, in den Mittagskreis dieſes Orts am Himmel trift.

Aus der Erklärung des Mittagskreiſes folgt ſchon, daß mehrere Oerter einen gemeinſchaftlichen Mittagskreis haben, nämlich alle diejenigen, deren Scheitelpunkte und Fußpunkte in einen und eben denſelben am Himmel durch beide Angelpunkte gezogenen Kreis fallen. Zugleich folgt hieraus, daß unter allen Oertern, die einerlei Mittagskreis haben, nur zwei ſeyn können, welche nicht unter verſchiedener Beeite liegen: denn jeder Mittagskreis trift, da er rund um die Erde gedacht wird, viermal jede gleiche Entfernung von der Mittellinie, aber zweimal nach Norden, und zweimal nach Süden zu. So haben Fig. 6. die ſämtliche Punkte m, n, r, p, a, c, f, i, e, s, b und d den gemeinſchaftlichen Mittagskreis P M S F; aber nur die beiden Punkte m und f in dieſem Kreiſe liegen gerade unter der Mittellinie: die beiden Punkte n und c ſind um 30° nördlich die beiden Punkte d und i um 30° ſüdlich davon entfernt; ſo wie die beiden Punkte r und a unter 60° nördlicher, b und e unter 60° ſüdlicher Breite liegen: eben ſo geht es bis zu den beiden Punkten p und s immer weiter, in welchen alle Mittagskreiſe zuſammen kommen. Jeder Punkt der Erdfläche aber, der nicht auf dem Umkreiſe der hier gezeichneten

*) **Zenith** und **Nadir** ſind arabiſche Nahmen, weil ſie um diejenige Zeit in die Sternkunde eingeführt wurden, wo dieſe Wiſſenſchaft, ſo wie alle übrigen, von allen europäiſchen Völkern vernachläſſigt, bloß von den Arabern erforſcht und vollkommner ward.

Durchſchnittsebene der Erde p m f s, ſondern an der rechten oder linken Seite derſelben läge, würde einen andern als den hier gezeichneten Mittagskreis haben.

Da alle Mittagskreiſe durch beide Angelpunkte gehn; ſo müſſen ſie die zwiſchen ihnen liegende Mittellinie ſenkrecht durchſchneiden. Deswegen zählt man auch eben ſo viele Mittagskreiſe, als Grade in der Mittellinie, welche von ihnen durchſchnitten werden, deren, ſo wie in jedem Kreiſe 360 ſind: kleinere Theile werden, ſo wie allenthalben durch Sechszigtheile, nämlich durch Minuten, Secunden u. ſ. f. angegeben. Um aber dieſe Grade zählen zu können, muß man nothwendig irgend einen Punkt in der Mittellinie als den erſten annehmen, von wo aus man zu zählen anfängt. Welchen Punkt der Mittellinie man dazu nehmen will, iſt völlig einerlei; aber eben dadurch, daß dieſer erſte Anfangspunkt bloß von der menſchlichen Willkür abhängt, iſt eine in vieler Rückſicht unangenehme Ungleichheit in der Annahme des erſten Mittagskreiſes, oder in der Beſtimmung desjenigen Punktes entſtanden, welchen man für den erſten Grad der Mittellinie annehmen wollte.

Die Alten zogen ihren erſten Mittagskreis durch die weſtlichen ihnen bekannten Länder: Ptolemäus zog ihn durch die weſtwärts der afrikaniſchen Küſte gelegenen kanariſchen Inſeln, auch jetzt zieht man ihn gewöhnlich durch einen Punkt dieſer Gegenden. Einige portugiſiſche und niederländiſche Landkartenzeichner haben ihn durch die eine oder andere der azoriſchen Inſeln, Andre durch die Inſeln des grünen Vorgebirges, noch Andre durch den Berg Pico auf der kanariſchen Inſel Teneriffa gezogen.

Die Franzoſen ziehn (ſeit 1634 auf Befehl Ludwig's XIII.) den erſten Mittagskreis durch die weſtliche Küſte der Inſel Ferro, der weſtlichſten unter den kanariſchen Inſeln.

Nach aſtronomiſchen Beobachtungen liegt die Stadt auf dieſer Inſel um 1954′ 15″ weſtlicher, als der Mittagskreis der Pariſer Sternwarte, die Küſte aber um 8′ 15″ weſtlicher als die Stadt; ſo daß nach dieſer Lage des erſten Mittagskreiſes die Sternwarte zu Paris eine Länge von 20° 2′ 30″ erhält.

Deshalb nahm man hernach zur Erleichterung der Rechnungen den erſten Mittagskreis genau um 20° von der Pariſer Sternwarte gegen Weſten entfernt an, ſo daß er als zwiſchen der Stadt und der Küſte, aber als näher an der letzten gezogen, gedacht wird. Nach dieſer Annahme, wo man dann nicht weiter nöthig hat, ſich um die Lage des erſten Mittagskreiſes vorzüglich zu bekümmern, ſondern von den zwanzigſten Grade,

als der Länge von Paris, immer weiter zählt, haben ſich die meiſten Verfertiger der Landkarten und der künſtlichen Erdkugeln in neuern Zeiten gerichtet. Sternkundige nehmen auch wohl den Mittagskreis ihrer Sternwarte für den erſten an, und rechnen von hier aus den Abſtand aller übrigen.

Die ungleiche Annahme des erſten Mittagskreiſes macht jedesmal eine Rechnung nothwendig, wenn man die Entfernung eines Orts von dem erſten Mittagskreiſe auf Landkarten oder künſtlichen Erdkugeln, die darin von einander abweichen, nach einem andern bekannten Mittagskreiſe wiſſen will. Da man jetzt faſt allgemein den durch die Pariſer Sternwarte gezogenen Mittagskreis genau für den 20ten Grad der Länge annimmt; ſo wird folgende.

Tafel

zur

Vergleichung der ſonſt gewöhnlichen erſten Mittagskreiſe mit dem Mittagskreiſe von Ferro

nicht unbrauchbar ſeyn.

Erſter Mittagskreis von	Entfernung deſſelben gegen Morgen von Ferro,		Man muß alſo zu jeder Angabe in der erſten Spalte, um ſie zu einer Angabe nach dem durch Ferro gezogenen Mittagskreiſe zu machen, entweder, wenn ſie öſtlicher liegt,	
	Grad.	Minuten.	1) hinzuſetzen:	
Ferro ſ ſ ſ ſ	—	—	—	—
Teneriffa oder der Berg Piko.	1	8	1	8′
			oder wenn ſie etwas weſtlicher liegt,	
			2) davon abziehen:	
Palma ſ ſ ſ	359	56	—	4′
San Jago ſ ſ	354	8½	5°	51½′
Tercera, die Stadt Angra	350	27	9°	33′
Inſel Piko ſ ſ	349	11	10°	49′
Corvo ſ ſ ſ	346	47	13°	13′
Fores ſ ſ ſ	346	23	13°	37′

Fände man alſo einen Ort um 10° oſtwärts von der Inſel Teneriffa angegeben, ſo weiß man nach dieſer Tafel, daß er nur 11° 23′ oſtwärts von der Inſel Ferro liegt: läge er 24° oſtwärts von Flores; ſo liegt er 10° 23′ oſtwärts von Ferro. Und ſo in allen ähnlichen Fällen.

Noch iſt zu merken, daß man die Entfernung vom Erſten Mittagskreiſe beſtändig oſtwärts rechnet, ſo daß alſo derjenige Mittagskreis, welcher um 10° weſtwärts von dem erſten entfernt iſt, nicht der zehnte, ſondern der dreihundert ein und funſzigſte heißt, wenn nicht ausdrücklich die weſtliche Richtung dabei angezeigt wird. Man ſieht hieraus ſchon,

daß man niemals den ganzen Mittagskreis, ſondern nur die Hälfte deſſelben rechnet, ſo daß die zweite Hälfte um 180° höher in Zahlen angegeben wird.

Die Entfernung zwiſchen dem Mittagskreiſe eines Orts, und zwiſchen demjenigen Mittagskreiſe, den man als den erſten annimmt, heißt die Länge dieſes Orts. Durch die Länge wird alſo die Lage eines Orts eben ſo gegen Oſten und Weſten beſtimmt, wie ſie durch die Breite gegen Norden und Süden beſtimmt wird. Um alſo die Lage eines Orts ganz unfehlbar anzugeben, darf man bloß ſeine Länge und Breite beſtimmen: denn es kann nur ein einziger Ort auf der ganzen Erdfläche ſeyn, welcher, wenn man den zwanzigſten Grad der Länge durch die Pariſer Sternwarte gezogen denkt, unter 31° 1′ 30″ der Länge, und unter 52° 31′ 30″ nördlicher Breite liegt: und dieſer einzige Ort iſt Berlin. Alle übrigen Punkte der Erde müſſen nothwendig entweder mehr gegen Morgen, oder mehr gegen Abend, oder mehr gegen Mitternacht, oder mehr gegen Mittag liegen.

Da ſich die Sonne von Morgen gegen Abend innerhalb vier und zwanzig Stunden durch alle 360 Grade der Länge zu bewegen ſcheint, oder da ſich vielmehr, wie in dem zweiten Abſchnitte gezeigt worden iſt, die Erde während dieſer Zeit von Abend gegen Morgen um ihre Achſe dreht, ſo daß ein Mittagskreis nach dem andern ſenkrecht gegen die Sonne zu ſtehen kommt; ſo iſt hieraus klar, daß die Tageszeiten jedes Orts auf der Erdfläche von den Tageszeiten eines andern Ortes deſto mehr abweichen müſſen, je weiter ihre Mittagskreiſe von einander entfernt ſind. Geſetzt, es zeigt ABCD (Fig. 9.) den Mittagskreis von Berlin an, und zwar ſey, da der Mittagskreis immer nur halb gerechnet wird, ADG diejenige Hälfte dieſes Kreiſes, unter welchem Berlin liegt; ſo iſt ABC um 180° von ihm entfernt. Man ſieht leicht, daß wenn die Sonne in H ſteht, und der Bogen ADC ſich in der auf der Figur angegebenen Lage befindet, alsdann in Berlin Mitternacht, hingegen auf allen Oertern, die auf dem Halbkreiſe, ABC liegen, Mittag ſeyn müſſe. Eben ſo wird alsdann auf demjenigen Mittagskreiſe, welcher oberhalb der Fläche dieſer Figur ſenkrecht liegt Morgen, und auf der entgegengeſetzten Hälfte deſſelben, welche unterhalb dieſer Fläche gelegen iſt, Abend ſeyn. Wenn ſich bei der Umdrehung der Erde um ihre Achſe AC der Mittagskreis ADC ſo weit gegen H hin bewegt, daß er oberhalb der hier gezeichneten Fläche, ſenkrecht ſteht, ſo wird allenthalben unter ADC Morgen, unter ABC, welches dann ſenkrecht unterhalb der hier vorgeſtellten Fläche liegt, wird allenthalben Abend, unter dem Mittagskreiſe, wo in der vorigen Lage Morgen war, wird Mittag, und unter demjenigen,

wo vorher Abend war, wird nun Mitternacht ſeyn. Die ſcheinbare Bewegung der Sonne durch die dreihundert und 60 Grade des Mittagskreiſes innerhalb vier und zwanzig Stunden macht es ſehr leicht den Unterſchied der Tageszeiten für die Orte, welche unter verſchiedenen Graden der Länge liegen, genau zu beſtimmen. Die Zahl 360, durch 24 getheilt, giebt 25; folglich durchläuft die Sonne in jeder Stunde 15 Grade der Länge von Oſten nach Weſten, oder erſcheint in jeder Stunde um 15 Grad weſtlicher als vorher. Hieraus ſieht man, daß die Sonne genau innerhalb 4 Minuten um einen Grad weſtlicher fortrückt.

Da die Grade der Länge von Abend gegen Morgen gezählt werden, die Erde aber nach eben dieſer Gegend ſich in 24 Stunden um ihre Achſe dreht, und die Sonne deswegen von Morgen her zu kommen und gegen Abend hin zu rücken ſcheint; ſo muß die Mittags- und jede andre Tagesſtunde in eben der Richtung wie die Grade der Länge abnehmen, das heißt: ſie muß ſich von Oſten gegen Weſten über den verſchiedenen Mittagskreiſen der Erde nach und nach einſtellen. Oerter alſo, die eine geringere Länge haben, d. h. deren Entfernung von dem erſten Mittagskreiſe durch eine kleinere Zahl ausgedrückt wird, müſſen für jeden Augenblick frühere Stunden zählen, als diejenigen, deren Länge größer iſt; indem jene allemal weſtlich von dieſen liegen. Die Länge eines Orts zeigt daher unmittelbar an, um wie viele Zeit irgend ein erſter Mittagskreis, z. B. der von Ferro, ſpäter Mittag hat, als der gegebene Ort, nebſt allen, die mit ihm unter einerlei Mittagskreiſe liegen. So liegt Berlin unter 30° 2′ der Länge, dieß beträgt in Zeit 2 Stunden, 4 Minuten, 8 Secunden: folglich iſt es unter dem erſten Mittagskreiſe erſt 9 Uhr 55 Minuten 52 Secunden, Vormittags, wenn es zu Berlin ſchon Mittag iſt. Oder wenn die Sonne gerade im erſten Mittagskreiſe iſt, daß heißt, wenn ſie in Ferro Mittag macht; ſo zeigt alsdann jede richtig geſtellte Uhr in jedem Mittagskreiſe, die Zeit, um welche derſelbe von dem erſten entfernt iſt, indem ſie auf den 180 erſten Graden, alsdann ſchon die Zeit von Nachmittag und Abend bis zur Mitternacht, und auf denen von 180 bis 360 erſt die Zeit von Mitternacht gegen Morgen und Vormittag zu angiebt.

Denn da die Sonne für jeden Augenblick nur über einem einzigen auf einer und ebenderſelben Seite der Angelpunkte liegenden Halbkreiſe eines Mittagskreiſes, oder in deſſen bis an den Himmel erweiterten Ebene ſteht; ſo kann nur unter einem einzigen Mittagskreiſe auf einmal Mittag ſeyn. Durch die Umwälzung der Erde um ihre Achſe rücken nun alle übrigen Mittagskreiſe von Weſten her unter dem Punkte durch, worin die Sonne ſteht; folglich müſſen alle ſchon hier durchgegangenen Mittagskreiſe, nämlich alle öſtlichen ſchon Nach-

mittags; die nachfolgenden weſtlichen aber erſt Vormittagsſtunden zählen, und in der zu dem Mittagskreiſe, worin die Sonne ſteht, zugehörigen Hälfte deſſelben, die jenſeits der Angelpunkte liegt, muß es Mitternacht ſeyn. Hieraus folgt, daß alle vier Tageszeiten nebſt allen ihren Zwiſchenſtunden allemal zu gleicher Zeit auf dem Erdboden anzutreffen ſind. Iſt es zum Beiſpiel im Berliner Mittagskreiſe, oder unter 31° 2′ der Länge den 1ſten Januar Abends 10 Uhr; ſo iſt es unter 121° 2′ ſchon 4 Uhr, Morgens den 2ten Januar, unter 211° 2′ iſt es Morgens um 10 Uhr den 2ten, und unter 301° 2′ iſt es 4 Uhr Abends den 1ſten Januar. Hieraus erhellet, daß es für jeden einzelnen Ort auf der Erde einen geſtrigen und heutigen Tag giebt, daß aber auf der ganzen Erde noch die Hälfte des eſtrigen Tages da ſey, wenn der heutige irgend wo anfängt.

Ein Reiſender, welcher beſtändig gegen Morgen oder Oſten ſeinen Weg nimmt, wird daher, ſo oft er funfzehn Grade vom Mittagskreiſe (im Bogen der Mittellinie gerechnet) zurücklegt, unter einen Mittagskreis kommen, wo die Sonne eine Stunde früher Mittag macht, als an den Orte ſeiner Abreiſe. Er wird alſo bei der Fortſetzung ſeiner Reiſe nach und nach an Oerter kommen, wo die Sonne nach ſeiner für den Mittagskreis ſeines Wohnorts richtig gehenden Uhr um die 11te, 10te, 9te u. ſ. w. Vormittagsſtunde, und alſo immer früher und früher Mittag macht. Setzt er nun ſeine Reiſe um die ganze Erdkugel fort; ſo muß er bei ſeiner Rückkehr volle 24 Stunden, oder einen ganzen Tag mehr rechnen; ſo wie er im Gegentheil, wenn er immer gegen Abend fortgegangen, und ihm alſo die Sonne nach ſeiner für den Mittagskreis ſeines Wohnorts richtig gehenden Uhr, erſt 1, 2, 3 Uhr u. ſ. f. Nachmittags erſchienen wäre, zuletzt einen Tag weniger rechnen müßte.

Erfahrungen dieſer Art waren den erſten Weltumſeglern ſehr unerwartet, und verurſachten damahls eine nicht geringe Verwunderung: einige glaubten ſogar, es müßte ſich in ihre gehaltenen Tagebücher ein Irrthum eingeſchlichen haben. So ſegelte z. B. Magellan nebſt ſeinen Begleitern den 10ten Auguſt 1519 aus Spanien ab, hielten ihren Lauf beſtändig weſtwärts, und kamen, nachdem ſie alle Mittagskreiſe der Erdkugel nach dieſer Richtung durchſchifft hatten, von Oſten her den 7ten September 1522 nach Spanien zurück, da er nach der Rechnung der Reiſenden erſt der 6te September war. Wären ſie beſtändig oſtwärts gefahren, und endlich von Weſten her zurückgekommen; ſo würden ſie in ihren Tagebüchern an dieſem Tage den 8ten September gerechnet haben.

Nach dieſer Erläuterung der Länge und der davon abhängigen Erſcheinungen auf der

Erde bleibt nun weiter nichts übrig, als unſern Leſern deutlich zu machen, wie man die Länge eines jeden Orts finde.

Erſtens. Auf der künſtlichen Erdkugel läßt ſich dieſe Aufgabe ohne Schwierigkeit löſen. Wenn der gegebene Ort unter einem der auf der künſtlichen Erdkugel gezeichneten Mittagskreiſe liegt; ſo verfolgt man denſelben bis dahin, wo er die Mittellinie durchſchneidet, und bemerkt die Zahl, welche daſelbſt auf der Mittellinie verzeichnet iſt: dieſe Zahl iſt die Zahl der Längengrade des Orts von dem erſten Mittagskreiſe und zeigt alſo die geſuchte Länge geradezu an. Iſt der erſte Mittagskreis auf der künſtlichen Erdkugel durch denſelben Ort gezogen, nach welchem ich meine Angabe zu machen wünſche; z. B. durch die Inſel Ferro, oder 10° weſtlich von Paris; ſo iſt meine Aufgabe völlig gelößt: iſt aber auf der künſtlichen Erdkugel ein anderer Mittagskreis zum erſten angenommen; ſo muß ich nachſehn, um wie viel derſelbe öſtlicher oder weſtlicher gezogen iſt, als derjenige, von welchem ich zu zählen anfangen möchte, und alsdann zu der gefundenen Zahl im erſten Fall ſo viel zuſetzen, oder im zweiten Fall ſo viel davon abziehn, als dieſe Ungleichheit beträgt.

Man pflegt auf den künſtlichen Erdkugeln, um ſie nicht zu ſehr mit Linien zu überhäufen, nur immer jeden fünften, oder auf kleinern nur immer den zehnten Grad des Mittagskreiſes durch eine ausdrücklich gezogene Linie zu bezeichnen, auf der Mittellinie ſelbſt aber noch kleinere Abtheilungen, gewöhnlich die einzelnen Grade, durch Zahlen anzugeben. Liegt alſo der aufgegebene Ort, deſſen Länge ich ſuchen ſoll, unter keinem ganz durchgezogenen Mittagskreiſe; ſo bringe ich ihn unter den an der künſtlichen Erdkugel befindlichen meſſingenen Mittagskreis, gehe längs deſſelben bis zur Mittellinie herab, und bemerke die dort befindliche Zahl, welche dann, eben ſo wie im vorigen Fall die Länge des Ortes anzeigt. Trifft man an der Mittellinie nicht gerade auf einem vollen Grad derſelben; ſo kann man die Entfernung des aufgegebenen Orts von dem ihm zunächſt liegenden öſtlichen Grade freilich nur nach dem Augenmaaße ſchätzen, indem man zu der Zahl deſſelben einen mehr oder minder großen Bruch für die noch übrigen Minuten hinzudenkt.

Zweitens. Auf den Landkarten ſtellen die von Mittag gegen Mitternacht (alſo gewöhnlich die von unten nach oben) gezogenen Linien die Mittagskreiſe vor: und die Entfernungen eines jeden von dem erſten Mittagskreiſe, ſo wie auch gewöhnlich der Ort, durch welchen der Verfertiger der Karte ſeinen erſten Mittagskreis gezogen hat, ſind an dem obern und untern Rande der Karte mit Zahlen bezeichnet. Um nun die Länge eines auf der Karte ge-

nannten Ortes zu erfahren, zieht man in Gedanken eine Linie, welche auf eine ähnliche, Art, wie der zunächſt ganz durchgezogene Theil eines Mittagskreiſes, von Mitternacht nach Mittag läuft, und ſucht dann die zunächſt an dieſer Linie weſtwärts am untern Rande ſtehende Zahl, welche entweder in Graden und Minuten auf eine änliche Art, wie beim Auffinden der Breite, die verlangte Länge angiebt, oder noch einen Zuſatz nach einer ohngefähren Schätzung nothwendig macht, bei welcher man, wegen der geringen Größe der angegebenen Grade und Minuten nicht weit von der Wahrheit abweichen kann. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß man bei jeder verſchiedenen Angabe des erſten Mittagskreiſes dieſelbe durch Rechnung in diejenige verwandeln müſſe, nach welcher man die Länge des Orts zu wiſſen verlangt.

Drittens. Die größten Schwierigkeiten aber zeigen ſich, wenn man die Länge eines Ortes, ohne daß ſie auf künſtlichen Erdkugeln oder Landkarten angegeben iſt, finden, oder die Angaben auf denſelben prüfen und berichtigen ſoll. Die Unbeſtimmtheit des Anfangspunktes, wovon man die Länge zu zählen anfängt, oder die Verſchiedenheit in der Angabe des erſten Mittagskreiſes iſt keineswegs die Urſache von der Beſchwerlichkeit dieſer Aufgabe; denn wir haben oben geſehn, daß man durch eine ſehr leichte Rechnung jede dieſer Angaben in eine andere beliebige verwandeln kann. Die eigentliche Schwierigkeit liegt darin, wie man den Unterſchied in der Länge zweier Oerter, oder welches einerlei iſt, den Unterſchied ihrer Mittagskreiſe in Graden finden könne. Da ſich die Ungleichheit der Länge, wie oben erklärt worden iſt, durch einen Unterſchied in der Zeit offenbart, der 4 Minuten Zeit für einen Grad des Mittagskreiſes, folglich 4 Secunden Zeit für eine Minute des Grades, und ſo überhaupt immer den funfzehnten Theil an Zeit gegen die gleichnamigen Theile des Bogens beträgt; ſo läßt ſich die Aufgabe über die Findung der Längen auch ſo ausdrüken: wenn man die Zeit eines Ortes kennt, wie findet man, welche Zeit in eben demſelben Augenblicke an einem anderen Orte ſey? Dieſe Frage ſcheint ſehr einfach; aber die große Schwierigkeit liegt in der Auffindung eines Merkmals, woran ſich gleichzeitige Augenblicke an weit von einander entlegenen Orten erkennen laſſen. Wenn ich weiß, daß es in dieſem Augenblicke in dem Orte meines Aufenthaltes Mittag iſt; ſo weiß ich darum noch gar nicht, ob andre Oerter, die um viele Meilen von mir entfernt ſind in eben dieſem Augenblicke, oder ob ſie früher oder ſpäter Mittag haben. So bald ich dieß wüßte, würde ich freilich den Unterſchied der Längen zwiſchen dieſen Orten und meinem Standpunkte ohne Mühe angeben können.

Zeichen durch Bomben, Raketen, Pulverentzündungen u. ſ. w. können nur auf dem *veſten Lande* und für *nahe* bei einander liegende *Orte* dienen, welche freie Ausſicht zu einander haben. Für mehr von einander entlegne Orte beſtanden die erſten und gröbſten Verſuche für Längenbeſtimmungen darin, daß man dieſelben aus Schätzungen oder Meſſungen der Entfernung der Oerter herzuleiten ſuchte. Welche erſtaunliche Unrichtigkeiten ſich auf dieſem Wege einſchleichen können, ſieht man daraus, daß man auf den Landkarten in der Mitte des ſiebzehnten Jahrhunderts, wo man ſolchen Verfahrungsarten noch trauete, in der Länge des mittelländiſchen Meeres einen Fehler von 500 Meilen begangen, Aſien um 500 Meilen zu lang gemacht, und Japan um 1700 Meilen von ſeiner wahren Lage entfernt hatte. Dieſe groben Fehler beweiſen genug, daß man die Lage der Oerter auf der Erde nicht durch bloße Meſſungen beſtimmen kann, und für *große Entfernungen* Zeichen am Himmel aufſuchen muß, die an ſehr entfernten Orten der Erdfläche in gleichen Augenblicken ſichtbar ſind.

Die brauchbarſten Himmelsbegebenheiten dieſer Art ſind: Anfang und Ende der Mondfinſterniſſe, Eintritte der Mondflecken in den Erdſchatten, und ihre Austritte aus demſelben, Eintritte der Jupitersmonden in den Schatten des Jupiters. Da dieſe Erſcheinungen auf einer ganzen Hälfte der Erdfläche ſichtbar ſind; ſo darf man nur genau bemerken, zu welcher Zeit man ſie an jedem Orte gewahr wird. So wurde z. B. den 8. Auguſt 1748 der Eintritt des Mondflecken Tycho in den Schatten wahrgenommen

zu Leipzig von Heinſius um 11 Uhr, 16 Minuten, 30 Secunden, und
zu Paris von Bouguer um 10 — 26 — 28 —

Nach dieſer Beobachtung würde der Zeitunterſchied zwiſchen Paris und Leipzig 40 Minuten und 4 Secunden betragen; allein man nimmt ihn, da er nach anderen Beobachtungen nur 40 Minuten und 2 Secunden betrug, lieber zu 40 Minuten und 3 Secunden an. Alsdann folgt, daß Leipzig, wo es um 40 Minuten und 3 Secunden ſpäter war, als in eben demſelben Augenblicke zu Paris, weiter gegen Morgen liegen müſſe, und zwar um 10° 0′ 44″: denn da alle 4 Minuten Zeit einen Grad der Länge ausmachen, ſo betragen 40 Minuten genau zehn Grad der Länge: und da 4 Secunden eine Minute von einem Längengrade ausmachen würden; ſo betragen 3 Secunden nur drei Viertheile dieſer Minute, folglich 45 Secunden eines Längengrades. Weiß man nun dieſen Unterſchied der Länge zwiſchen Paris und Leipzig; ſo ergiebt ſich die Länge von Leipzig ſehr leicht, ſo bald man weiß, daß Paris unter dem zwanzigſten Grade der Länge liegt: die Länge von Leipzig iſt alsdann 30° 0′ 45″.

Auch andre Begebenheiten, die von Himmelskörpern verurſacht werden, welche uns näher liegen, z. B. Bedeckungen der Sonne durch den Mond (Sonnenfinſterniſſe) oder durch die Wandelſterne Venus und Merkur. Bedeckungen der Fixſterne und Planeten vom Monde, oder der Fixſterne durch die Planeten, können zu Beſtimmung der Längen dienen, wenn man ſie an verſchiedenen Orten beobachtet. Da aber dieſe Begebenheit wegen ihrer größeren Nähe an der Erde nicht für jeden Ort der Erdfläche, wo ſie geſehen werden können, in demſelben Augenblicke ſichtbar ſind; ſo müſſen hier erſt weitläuftige Rechnungen angeſtellt werden, um für jeden Ort die Zeit zu beſtimmen, zu welcher ſie dem Beobachter jedes Orts aus dem Mittelpunkte der Erde her erſcheinen ſollten.

Ungeachtet aller Beſchwerlichkeit, die von ſolchen Beobachtungen, wenn ſie zu ſichern Schlüſſen leiten ſollen, unzertrennlich iſt, kann man dieſelben doch auf dem veſten Lande nützen, um durch jahrelange Fortſetzung endlich die Längen der Oerter mit einiger Genauigkeit beſtimmen zu lernen, woran es uns in der That noch ſehr fehlt; allein weit größere Schwirigkeiten hat die Findung der Länge zur See, oder der Meereslänge. Dem Schiffer iſt es unentbehrlich, die Länge zu wiſſen, worunter er ſich befindet, weil er nur durch Kenntniß der Länge und Breite ſeines jedesmaligen Standorts genau erfährt, auf welchem Flecke der Erde er ſich jedesmal befinde, und was er alſo für einen Weg zu nehmen habe, um den Ort ſeiner Beſtimmung nicht zu verfehlen. Deshalb hat man in Spanien, Holland, Frankreich und England beträchtliche Preiſe auf die Auflöſung dieſer wichtigen Aufgabe geſetzt. In England wurden durch einen Parlamentsbeſchluß vom Jahr 1714 auf die Beſtimmung der Meereslänge bis auf einen Grad 10000, bis auf ⅔ Grad 15000, und bis auf ½ Grad 20000 Pfund Sterling (ein Pfund Sterling iſt etwas über 6 Thaler unſers Geldes) geſetzt, und zur Beurtheilung der eingereichten Vorſchläge und Hülfsmittel beſtändige Commiſſarien ernannt. Dies hat eine Menge von Bemühungen um dieſe Aufgabe veranlaßt. Die Schwierigkeiten derſelben, und was bis jetzt zur Wegräumung derſelben geſchehn iſt, werden den Leſern aus dem Folgenden deutlicher werden.

Erſtens. Mondfinſterniſſe, Bedeckung der Sonne durch die Wandelſterne, kurz, alle die Erſcheinungen am Himmel, durch deren Beobachtung man die Länge der Oerter auf dem veſten Lande im Anfange des ſiebzehnten Jahrhunderts allein zu beſtimmen wußte, ſind viel zu ſelten, als daß der Schiffer, bei dem täglichen Bedürfniſſe, die Meereslänge des Orts, wo er ſich jedesmal befindet, zu kennen, einen bedeutenden Vortheil daraus ziehen könnte. Auch fordern die letzten viel genauere Tafeln über den Lauf des Mondes und der Wan-

delſterne als man damahls hatte und bei der damaligen Unvollkommenheit der nur eben erſt (1608 oder 1609) in Gebrauch gekommenen Fernröhre haben konnte.

Zweitens. Die Entdeckung der vier erſten Jupitersmonden die mit der Bekanntwerdung der Fernröhre faſt gleichzeitig (1610) war, half der Seltenheit ſolcher Erſcheinungen am Himmel ab, die auf der halben Erde gleichzeitig geſehen werden können. Doch währte es noch ein halbes Jahrhundert ehe Dominic Caſſini diejenige Beobachtungsart dieſer Jupitersmonde entdeckte, die zur Beſtimmung der Länge am brauchbarſten iſt, indem er fand, daß man ihre gänzliche Verfinſterung beim Eintritte in den Schattenkegel ihres Hauptplaneten, und ihre plötzliche Wiedererſcheinung beim Austritte aus dieſem Schatten, am beſten dazu benutzen könne. Da ſich jährlich etwa 1300 ſolche Verfinſterungen der Jupitersmonden ereignen, die ſich durch gute Fernröhre beobachten laſſen; ſo wurde hierdurch die Gelegenheit zu Längenbeſtimmungen freilich ungemein vervielfältigt aber Beobachtungen ſolcher Finſterniſſe, welche dazu genutzt werden ſollen, ſetzen entweder eine gleichzeitige Beobachtung an einem andern Orte voraus; oder ſehr richtige Tafeln, aus welchem die Zeit ihrer Erſcheinung für einen beſtimmten Ort z. B. für London, eben ſo berechnet werden kann, als ob ſie wirklich daſelbſt beobachtet wäre. Die Wargentiniſchen Tafeln hierüber laſſen für die drei letzten Jupitersmonden noch immer eine Ungewißheit von einer Zeitminute, als von ¼ Grad übrig: auch iſt Jupiter faſt zwei Monate lang unter den Sonnenſtrahlen verborgen.

Drittens. Endlich macht das beſtändige Schwanken des Schiffes jede Beobachtung durch Fernröhre von einiger Größe beinahe unmöglich. Die Vorrichtungen, durch welche man dieſer Unbequemlichkeit abzuhelfen geſucht hat, ſind ſo lange unbrauchbar geweſen, bis Hadley ſeinen Spiegelſextanten erfand.

Bei dieſen Schwierigkeiten der Beobachtungen am Himmel hat man ſich bemüht, die Längen lieber durch genaue Uhren oder Zeitmeſſer zu beſtimmen. Wenn man z. B. eine völlig richtig und gleichförmig gehende Uhr nach Londner Zeit ſtellt, und mit ſich nimmt; ſo wird ſie allenthalben zeigen, was in dieſem Augenblicke die Uhr zu London iſt. Man braucht alsdann auf dem Meere bloß zu ſuchen, welche Zeit es in dieſem Augenblicke auf der Stelle ſey, wo man ſich gerade befindet, welches durch leichte Beobachtungen, z. B. von Sonnenhöhen, Sonnenaufgang, Sternhöhen und dergleichen, ohne Mühe ſicher gefunden werden kann: der Unterſchied zwiſchen der Zeit von dieſem Orte und zwiſchen der von der Uhr gezeigten Londner Zeit, giebt alsdann den Unterſchied der Länge für beide Oerter.

So erwarteten die Schiffer ihr Heil von der Vervollkommnung der Uhrmacherkunſt, und dieſe hat ihre Hoffnungen auch nicht getäuſcht; ſo geringe auch, ſelbſt in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, zu einer ſolchen Vollkommenheit derſelben noch die Ausſichten waren. John Harriſon verfertigte (im J. 1736.) eine Seeuhr, welche auf einer Reiſe nach Liſſabon ſehr brauchbar gefunden ward. Der Künſtler, durch Unterſtützung aufgemuntert; verbeſſerte dieſes Werkzeug unermüdet, und ſein Sohn William Harriſon trat eine Reiſe nach Jamaika mit einer neuen Seeuhr (1761) an, die wärend der 81 Tage der Reiſe auf dem Hinwege nur um 5 Secunden, auf dem Rückwege um eine Minute 54 Sec., alſo zuſammen doch noch nicht um 2 Minuten Zeit oder um ½ Grad der Länge von der völligen Richtigkeit abwich. Die Commiſſion für die Findung der Länge bewilligte nun vorläufig an Harriſon 2500 Pfund Sterling: da aber die Uhr auf einer Reiſe nach Barbados (1764) binnen ſechs Wochen nur um 54 Secunden abwich; ſo bewilligte ihm das Parlament 10000 Pfund. Er ſollte nun, um auch die zweite Hälfte des Preiſes zu erhalten, genaue und beeidigte Zeichnungen und Beſchreibungen von dem Bau dieſes Werkzeugs, und, weil nach Ueberreichung derſelben Verdacht gegen ihn entſtand, drei Zeithalter dieſer Art auf die Sternwarte zu Greenwich liefern; da man aber den Gang der letzten zu ungleichförmig fand; ſo ward ihm nichts weiter ausgezahlt. In Frankreich wurden hernach von Berthoud und le Roi Seeuhren verfertigt und geprüft, deren Irrthum innerhalb ſechs Wochen nicht über einen halben Grad betragen haben ſoll. In den neueſten Zeiten haben die Engliſchen Künſtler ſogar Taſchenchrometer oder tragbare Zeithalter von ganz ungemeiner Vollkommenheit zu verfertigen angefangen. Einer derſelben gab nach einer Ueberfahrt von London nach Newfoundland (im Jahr 1784) binnen 4 Wochen die Länge bis auf 6, und nach einer ziemlich ſtürmiſchen Rückfahrt wieder bis auf 9 Secunden an, ſo daß er alſo während dieſer ganzen Zeit nur um eine einzige Secunde Zeit von der Richtigkeit abwich. Dieſe Genauigkeit überſteigt alles, was man ſonſt zu hoffen wagte, und verſpricht ungemein viel für die Schiffahrt und für die Verbeſſerungen der Ortbeſtimmung: auch hat man ſchon für die Längenbeſtimmung auf dem veſten Lande ſehr vortheilhaften Gebrauch davon gemacht.

Da aber auch die beſte Uhr mancherlei Zufällen ausgeſetzt iſt, da der geringſte unbemerkt eingeſchlichene Fehler einen mit der Zeit ſich anhäufenden großen Irrthum veranlaſſen kann, und da endlich die vollkommenen Seeuhren noch immer zu den Seltenheiten gehören; ſo muß man die Beobachtungen am Himmel noch immer für das allgemeinſte und brauchbarſte Mittel zur Beſtimmung der Meereslänge anſehn.

Um dieſes Hülfsmittel zu vervollkommnen, mußte man den beiden Hauptſchwierigkeiten bei demſelben abhelfen: man mußte erſtlich die Meſſungen am Himmel zur See erleichtern; und dieß hat Hadley durch die vortreffliche Erfindung ſeines Spiegeloctanten (im Jahr 1731) gethan. Obgleich die umſtändliche Beſchreibung dieſes Werkzeuges hier zu viel Raum einnehmen würde, wenn alle zur Einſicht in ſeinen Gebrauch nothwendigen Vorkenntniſſe beigebracht werden ſollten; ſo glaube ich doch, den Leſern über ein für die Erdbeſchreibung und für die Sternkunde ſo äußerſt wichtiges Hülfsmittel einige Erläuterung ſchuldig zu ſeyn, woraus ſie wenigſtens die ungemeine Brauchbarkeit deſſelben einigermaßen begreifen werden. Man denke ſich in Fig. 3. vor dem Glaſe A des Fernrohres A B einen kleinen Spiegel angebracht, der die Oeffnung dieſes Glaſes zum Theil bedeckt, der aber auf eben dieſes Glas, und vermittelſt deſſelben in das bei B befindliche Auge des Beobachters, ein Bild zurückwirft, das ihm von einem zweiten auf dem Mitttlpunkte des Viertelkreiſes bei A angebrachten Spiegel zugeſandt wird. Nun ſtelle man ſich ferner vor, daß der letztſogenannte zweite Spiegel auf dem einen Ende eines um den Punkt A beweglichen Linials, deſſen zweites Ende ſich längs der auf dem Bogen C B gezogenen Theilſtriche bewegt, ſo angebracht iſt, daß kein Strahl von ihm ſo lange das Fernrohr A B mit dem um den Punkt A längs des Bogens C B beweglichen Linial einen rechten Winkel macht, auf den erſten Spiegel ſo fallen kann, daß dieſer in das Auge des Beobachters von einen andern Gegenſtande ein Bild zurück wirft, als von demjenigen auf welchen das Fernrohr geradezu gerichtet iſt. Wenn man ſich die Grade dieſes Bogens von C nach B gezählt denkt, ſo daß bei C der Anfang gemacht wird, und daſelbſt alſo 0, bei B hingegen 90 ſteht; ſo kann man alſo dieſen Satz auch ſo ausdrücken: wenn das Linial worauf der zweite Spiegel beveſtigt iſt, auf 0° ſteht; ſo erblickt der Zuſchauer in B keinen von dem zweiten auf den erſten Spiegel geworfene Strahl von einem Gegenſtande, den er nicht auch, wenn gleich beide Spiegel gar nicht da wären, unmittelbar durch das Fernrohr ſehen würde; oder das durch den erſten Spiegel nach B geworfene und das unmittelbar von B her durchs Fernrohr geſehene Bild fallen beide zuſammen und decken einander. Dagegen wird der Beobachter, ſo bald das Linial des zweiten Spiegels von der Richtung A C verrückt wird, in B zwei Gegenſtände zugleich erblicken können, den einen, auf welchen das Fernrohr geradezu gerichtet iſt, (wie S in der Figur) und einen zweiten, welcher in dem zweiten auf A C beveſtigten Spiegel ſich abbildet, deſſen Bild aber von dieſem zu dem erſten, und von dieſem in das Fernrohr nach B zurückgeworfen wird. Denkt man ſich z. B. daß das Fernrohr A B nicht (wie

in Fig. 3) nach dem Punkte S, ſondern nach Z gerichtet wäre; ſo wird es möglich ſeyn, das auf A C angebrachte Linial, auf welchem ſich bei A der zweite Spiegel befindet, längs dem Bogen C B ſo zu verſchieben, daß ein von S kommender auf den bei A befindlichen Spiegel fallenden Leichtſtrahl von dieſem nach dem erſten vor dem Fernrohr befindlichen Spiegel, und von dort wieder nach B zurückgeworfen wird, und daß alsdann der Beobachter in B die beiden Punkte Z und S auf einmahl gewahr wird. Man ſieht leicht ein, daß dieß nur in einer einzigen Lage des bei A befindlichen Spiegels und des damit zuſammenhängenden Linials, alſo nur unter einem beſtimmten Winkel des Fernrohrs mit dieſem Linial, möglich ſeyn wird, und daß das durch die Zurückwerfung der Spiegel nach B geworfene Bild bei einer Vorrückung dieſer Lage des Linials, oder bei einer Veränderung ſeines, an den Theilſtrichen des Bogens CB zu meſſenden, Winkels mit dem Fernrohr B A, ſogleich wieder verſchwinden muß. Auch wird man ſich bald überzeugen, daß ſich das Linial des zweiten Spiegels deſto weiter von C gegen A hin entfernen muß, je größer der Winkel Z A S wird, den die beiden beobachteten Gegenſtände Z und S mit einander machen, wenn man ſie beide zugleich in B wahrnehmen will. Aus den Geſetzen für die Brechung und Zurückwerfung der Lichtſtralen und aus den Lehren der Meßkunde läßt ſich erweiſen, daß der Bogen um welchen ſich das Linial des zweiten Spiegels von C gegen B fortbewegt hat, gerade die Hälfte desjenigen iſt, welcher den Winkel zwiſchen den beiden zugleich erblikten Gegenſtänden mißt, und daß alſo z. B. wenn ſich das Linial um 25° von dem Punkte C gegen B hin hat entfernen müſſen, damit der Beobachter in B zwei bei Z und S befindlichen Sterne zugleich erblickte, die Winkel Z A S den dieſe beiden mit dem Auge des Beobachters machen, oder der Bogen am Himmel, um welchen beide von einander entfernt ſind, gerade 50° beträgt. Hieraus wird das Verfahren, das man bei der Meſſung eines Winkels zweier Sterne vermittelſt dieſes Werkzeuges zu beobachten hat, ſehr leicht begreiflich. Man bringt nämlich das Linial des zweiten Spiegels erſt in die Lage, daß ein durch das Fernrohr geſehenes Bild mit dem durch die Spiegel zurückgeworfenen eben deſſelben Gegenſtandes zuſammenfällt, oder man ſtellet jenes Linial auf 0°: man blickt alsdann mit dem Fernrohre nach einem der beiden Geſtirne, deren Winkel mit einander man meſſen will, wo man das doppelte durch das Fernrohr und durch die Spiegel entſtehende Bild deſſelben als ein einfaches erblickt. Man halte alsdann das Werkzeug, ſo viel als möglich unverrückt, um das unmittelbar ins Fernrohr fallende Bild jenes Sterns nicht aus den Augen zu verlieren, und drehe das Linial des zweiten Spiegels. Beim Anfan-

ge dieſer Drehung wird ſich das Spiegelbild des zuerſt erblickten Sternes von dem Fernrohrbilde deſſelben trennen, jenes wird ſich zuletzt aus den Augen verlieren, dieſes aber bei der unverrückten Lage des Werkzeuges immerfort ſichtbar bleiben. Dreht man nun das Linial des zweiten Spiegels bis die Strahlen des andern Sterns, deſſen Abſtand vom erſten man meſſen will, ſo auf den zweiten Spiegel fallen, daß ſie von dieſem zum erſten Spiegel und von hier ins Fernrohr zurückgeworfen werden; ſo wird man die Bilder beider Sterne zugleich im Fernrohr erblicken. Wenn ſich dieſe beiden Bilder genau in der Achſe des Fernrohres decken; ſo iſt der Winkel, den alsdann die Achſe des Fernrohres mit dem Linial macht, ganz genau die Hälfte von dem Winkel der beiden geſehenen Sterne.

Um die Größe des ſo beobachteten Winkels unmittelbar in Graden zu finden, ohne erſt die an dem Werkzeuge gefundene Zahl derſelben verdoppeln zu dürfen, pflegt man den Viertelkreis CB des Werkzeuges nicht in 90, ſondern in 180 Theile einzutheilen, ſo daß die Zahl, auf welcher nach vollbrachter Meſſung das Linial des zweiten Spiegels ſteht, zugleich die Anzahl der Grade des gemeſſenen Winkels iſt.

Dieſe Eigenſchaft des Werkzeugs, daß der an ihm gefundene Winkel das Doppelte von dem Winkel iſt den die gemeſſenen Gegenſtände mit einander an den Mittelpunkte des Werkzeuges bilden, gewährt den Vortheil, daß man mit einem Viertelkreiſe dieſes Werkzeugs auch ſtumpfe Winkel bis zu 180 Grad meſſen kann. Da die zu meſſenden Winkel ſelten größer, als ein rechter ſind, zu deſſen Maaße gerade ein Viertelkreis gehört, und da ein Achtelkreis an dieſem Werkzeuge zur Meſſung derſelben hinreichend iſt; ſo findet man an dieſen Spiegeln gewöhnlich keine Viertelkreiſe oder Bogen von 90° ſondern nur Sechſtelkreiſe (Sextanten) von 60°, oder Achtelkreiſe (Octanten) von 45°. Dieſer Vortheil verringert mit dem Umfange des an dieſem Werkzeuge erforderlichen Bogens zugleich den Preis, und, was noch wichtiger iſt, die Unbequemlichkeiten bei der Handhebung deſſelben.

Der vorzüglichſte Nutzen aber, den dieſes ſchätzbare Werkzeug gewährt, beſteht darin, daß man bei ſeinem Gebrauche gar kein Geſtell, wie bei andern Winkelmeſſern nöthig hat, daß man es, während des Meſſens bequem mit der linken Hand halten und zugleich mit der rechten das Linial des zweiten Spiegels herumführen kann, und daß eine Erſchütterung des Werkzeugs dabei unſchädlich iſt, weil man nur den Stand des Linials für den einzigen Augenblick, worin man beide Gegenſtände zugleich und zuſammen dadurch erblickt, zu bemerken braucht. Dieſer Augenblick wird durch Erſchütterung des Werkzeugs, Zittern

und Schwanken des Beobachters verzögert und dadurch die Meſſung erſchwert; aber ſie wird keineswegs dadurch verfäſcht werden, weil man ſich bei der Unterſcheidung des wahren günſtigen Augenblickes von allen übrigen nicht täuſchen, und außerdem die Richtigkeit des gefundenen Ergebniſſes ſogleich durch augenblickliche Wiederholung der ſo leichten und kurzen Meſſung prüfen kann.

Hierin liegt nun der Grund, warum die Spiegelwerkzeuge (Spiegelſextanten oder Spiegel-Octanten) auf Schiffen, deren Schwanken ſonſt jede Winkelmeſſung am Himmel unmöglich, oder doch, ſelbſt bei der Anwendung aller Maaßregeln der Behutſamkeit, bei dem Gebrauche der Schwungſtühle und andrer Hülfsmittel, äußerſt unſicher machte, eben ſo zuverläßig, wie auf dem feſten Lande, gebraucht werden können, um den Abſtand zweier Himmelskörper von einander, aus welchem man die Längenbeſtimmung für den Ort der Beobachtung herleiten kann, mit einer bewundernswürdigen Genauigkeit zu meſſen. Die Leichtigkeit, womit ſich dieſes kleine Werkzeug, deſſen Bogen nur zu einem Halbmeſſer von 4 bis 12 Zoll zu gehören pflegt, behandlen und fortbewegen läßt, macht es auch zu Sternmeſſungen auf dem veſten Lande, auf Reiſen, auf Thürmen, und überhaupt bei allen Meſſungen, wo man die Geſtelle anderer Winkelmeſſer nicht bequem aufſtellen kann, äußerſt brauchbar.

Nachdem die erſte Hauptſchwierigkeit bei Beſtimmung der Meereslänge, die Beſchwerlichkeit und Unſicherheit der zur See am Himmel erforderlichen Meſſungen durch Hadley's ſcharfſinnige Erfindung ſo glücklich gehoben war, durfte man nur noch zweitens ſtatt der oben angegebenen Himmelserſcheinungen andre aufſuchen, welche häufiger und nicht ſo ſchwierig zu beobachten wären. Dieß war durch Newton's Mondtheorie möglich geworden; denn man durfte nur genau berechnen, wie weit der Mond, aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet, zu jeder Londner Zeit von den bekannteſten Fixſternen abſtehe. Solche Entfernungen kann man in den meiſten Nächten meſſen, und ſie ſind wegen der ſchnellen Bewegung des Mondes, die in einer Stunde faſt einen halben Grad beträgt, ſehr in die Augen fallend. Wird nun zur See ein ſolcher Abſtand des Mondes von einem bekannten Fixſtern durch den Hadleyſchen Octanten gemeſſen, und vermittelſt der zugleich gemeſſenen Höhen des Monds und des Sterns für den Mittelpunkt der Erde berechnet; ſo giebt die Vergleichung mit den Tafeln die Londner Zeit, und deren Zuſammenhaltung mit der Zeit auf dem Schiffe, den Unterſchied der Längen zwiſchen dem jedesmaligen Orte des Schiffes und zwiſchen London. Dergleichen Tafeln nun lieferte endlich (im J. 1755 und verbeſſerte

1760) der große und unermüdete Sternkundige in Göttingen, Tobias Mayer. Man hat gefunden, daß dieſe den Ort des Mondes bis auf wenige Secunden, allemal aber auf eine Minute richtig angeben; ſo daß man ſich bei ihrem Gebrauche höchſtens um den vierten Theil eines Grades irren kann: daher erkannte auch das engliſche Parlament nachher ſeiner Wittwe eine Belohnung von 3000 Pfd. Sterling zu. Die Commiſſion für die Findung der Meereslänge hat auch bald dafür geſorgt, daß die nöthigen Vergleichungen und Rechnungen beim Gebrauche dieſer hernach von Maſon noch verbeſſerten Mondstafeln den gemeinen Seeleuten durch Hülfstafeln erleichtert wurden.

So iſt denn, durch die vereinigten Bemühungen der Sternkundigen und der Mechaniker, die ehemahls ſo ſchwierige Aufgabe über die Findung der Meereslänge ſo weit gelöſet, daß dabei wenig mehr zu wünſchen übrig geblieben iſt. Die Spiegel-Sextanten werden, beſonders von engliſchen Künſtlern, in einem ſolchen Grade der Vollkommenheit verfertigt, daß man damit Winkel bis auf eine Viertelminute ſicher meſſen kann. Die tragbaren Zeithalter von Mudge und Emery in England und die Längen-Uhren von le Roy, Ferdinand Berthoud und Louis Berthoud in Frankreich nahen ſich immer mehr einer kaum gehofften Genauigkeit. Und endlich haben wir jetzt vorzüglich von dem Newton unſers Zeitalters, dem großen Meßkundigen la Place in Paris, ſo wie von andern beſonders Franzöſiſchen, Meßkünſtlern und Sternkundigen höchſt ſchätzbare Beiträge zur Verbeſſerung der Mondstafeln theils ſchon erhalten, theils noch zu erwarten, wodurch wir im Stande ſeyn werden, dieſelbe faſt ohne alle Abweichungen von dem wahren Laufe dieſes Himmelskörpers, für lange Zeiten zum voraus zu berechnen. Man hat hier ein auffallendes Beiſpiel von dem Nutzen der tiefſinnigſten Wiſſenſchaften für das gemeine Leben; denn nur durch den Beiſtand der Sternkunde und der Grundlehren der Bewegung war es dahin zu bringen, daß der Schiffer durch nie geſehene Meere fährt, ohne Gefahr, ſich in ihrer Unermeßlichkeit zu verirren, und den Ort ſeiner Beſtimmung zu verfehlen.

Auf der andern Seite dagegen hat das dringende Bedürfniß, die Meereslänge finden zu lernen auch der Erdbeſchreibung und der Sternkunde den größten Gewinn gebracht. Dieſes Bedürfniß war eine Haupttriebfeder der großen Unterſtützung, welche die Sternkunde unter Ludwig XIV ſeit Errichtung der Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften (im Jahr 1666 und ſeit Erbauung der Pariſer Sternwarte (1667) in Frankreich genoß: auf gleiche Weiſe bewürkte die Ueberzeugung Königs Karl II in England von dem genauen Zuſammenhange zwiſchen beſſern Beobachtungen des Himmels und der Findung der Meereslänge, den ihm

der große Sternkundige Flamſterd darlegte, die Anlage der Sternwarte zu Greenwich (im Jahr 1675). Dieſe beiden großen Begebenheiten, von welchen man die Wieder-Auflebung der Sternkunde und den Urſprung richtiger Kenntniſſe in der Erdbeſchreibung herleiten muß, ſind indeſſen nicht der einzige Vortheil, den die Sternkunde von der Aufgabe über die Meereslänge gezogen hat: Die Nothwendigkeit für die Seefahrer tragbare und leicht zu behandelnde Werkzeuge zu erfinden, hat in dem hadleyſchen Spiegel-Sextanten und in den tragbaren Zeitmeſſern (Chromometern) ein Paar für den Sternkundigen nicht weniger, als für den Schiffer, brauchbare Werkzeuge hervorgebracht, deren man ſich auf dem veſten Lande eben ſo bequem und ſicher, wie auf dem Weltmeere, zur Beſtimmung der Länge bedienen kann, und von deren fleißigen Gebrauche ſich die Erdkunde die wichtigſten Fortſchritte verſprechen kann. Die Entfernungen des Mondes von der Sonne, oder von einem Stern mit guten ſiebenzölligen oder neunzölligen Sextanten gemeſſen, geben in der That auf dem Lande, ſo wie auf dem Meere, die Beſtimmungen am genaueſten, da hingegen die ungleiche che Güte der gebrauchten Fernröhre oder des Geſichts bei Beobachtung der Verfinſterung der Jupitersmonden einen Unterſchied macht, der einen Fehler von mehr als einer Minute in Zeit veranlaſſen kann.

Man muß deſto mehr wünſchen, daß alle diejenigen, welche ſich Sextanten und Chromometer anzuſchaffen vermögend genug ſind, von dem Triebe zur Vervollkommnung der Erdkunde beſeelt, mit den nöthigen Vorkenntniſſen zum Gebrauche dieſer Werkzeuge verſehen, und in demſelben recht thätig ſeyn möchten, je größer die Lücken ſind, die wir noch in der Erdbeſchreibung auszufüllen haben, und die auf keinem andern Wege ſo gut und ſo ſchnell ausgefüllt werden konnten. Wie viel hier noch zu thun iſt, mögen unſre Leſer nur aus zwei Beiſpielen von Ungewißheit der Länge ſchließen, wo man dieſelbe am wenigſten erwarten ſollte. Unſtreitig muß die genaueſte Längenbeſtimmung für ſolche Staaten, die einen wichtigen Seehandel treiben, den größten Werth haben, und dennoch iſt man auch jetzt über die Lage von Amſterdam um einen Bogen von $7\frac{1}{2}$ Minuten, oder um $\frac{1}{8}$ Grad ungewiß. Nicht weniger auffallend muß es ſeyn, daß man über den Unterſchied der Länge zwiſchen der Sternwarte zu Greenwich und zu Paris noch den geringſten Zweifel haben kann, da dieſer Unterſchied durch die genaueſten irdiſchen Meſſungen, die man nur anſtellen kann, und bei denen die franzöſiſchen und engliſchen Meßkünſtler in der Güte ihrer Werkzeuge, ſo wie in der Schärfe ihrer Beobachtungen rühmlichſt mit einander wetteiferten, (im Jahr 1787) beſtimmt iſt. Dennoch ergiebt ſich durch die Vergleichung der

ſo gefundenen Länge mit der aus Chromometer Beobachtungen und aus Sternbedeckungen hergeleiteten noch einige Abweichung, die vielleicht von dem Einfluße der veränderlichen irdiſchen Strahlenbrechung auf das Ergebniß der Meſſung herrührt, und die freilich, ſelbſt bei der Abnahme der höchſten Unterſchiede, noch keinen Bogen von einer Minute beträgt, die uns aber überzeugt, daß wir zur Berichtigung unſerer Kenntniſſe von der Erde, niemals die Sternkunde ganz vernachläßigen dürfen.

V.

Von dem Geſichtskreiſe und Weltgegenden.

Allenthalben auf der ganzen Erdfläche ſcheint es uns, wenn nicht hohe Gegenſtände die freie Ausſicht hindern, als ob ſich das Auge in dem Mittelpunkte einer kreisförmigen Ebene befände, auf welcher rings herum der Himmel wie ein hohles Gewölbe ruht. Dieſe kreisförmige Ebene ſelbſt, die man jedesmal überſieht, oder auch der Umkreis derſelben, heißt der ſcheinbare Geſichtskreis (der ſcheinbare Horizont): die Ebene deſſelben berührt die kugelförmige Erdfläche an dem Orte, wo das Auge ſteht, und wird alſo Fig. 11. durch die Linie h r vorgeſtellt, wenn ſich der Zuſchauer in c befindet. Das Auge c nämlich kann, weil die Erde undurchſichtig iſt, nur denjenigen Theil des Himmels überſehn, welcher über h r liegt.

Eine Ebene H O R, welche mit dieſer die Erdfläche in c berührenden gleichlaufend durch O den Mittelpunkt der Erde geht, heißt der wahre Geſichtskreis (der wahre Horizont.) Eben dieſen Namen führt auch der Umkreis dieſer Ebene, welcher ein größter Kreis am Himmel iſt: da der ſcheinbare Geſichtskreis hingegen nur zu den kleineren Kreiſen gehört. Beide Geſichtskreiſe ſtehn von einander um dem Bogen H h, oder R r, oder um das Maaß des Winkels H o h ab, welcher die Abweichung der Geſichtskreiſe (die Horizontalparallaxe) genannt wird, und welcher immer mehr an Größe abnimmt, je kleiner man die Erdkugel in Vergleichung gegen die Himmelskugel annimmt. Der Mond, die Sonne und die Wandelſterne ſind noch nicht ſo weit von uns entfernt, daß von dem Unterſchiede des ſcheinbaren und wahren Geſichtskreiſes gar nichts bei ihrer Betrachtung zu merken wäre; indem ſie in der That früher in unſern wahren Geſichtskreis R treten, ehe wir ſie wirklich am Himmel in dem Gränzpunkte r unſers ſcheinbaren Geſichtskreiſes erblik-

ken, und eben ſo ſchon aus unſern Augen jenſeits h verſchwunden ſind, wenn ſie ſich gleich noch in unſerm wahren Geſichtskreiſe oberhalb H befinden. Die Verſchiedenheit des Abſtandes zwiſchen dem wahren und ſcheinbaren Geſichtskreiſe, nach der zunehmenden oder abnehmenden Entfernung eines Gegenſtandes am Himmel von uns läßt ſich berechnen, und eben daraus läßt ſich der Abſtand einiger Weltkörper von der Erde beſtimmen. Wenn O Z (es ſey nämlich Z der am Himmel beobachtete Körper) etwa ſechszigmal ſo lang als O c oder der Halbmeſſer der Erde iſt; ſo beträgt H h beinahe einen Grad: nimmt man an, daß O Z vier und zwanzig tauſend mal ſo groß ſey, als O c; ſo beträgt H h nur acht bis neun Secunden: iſt aber O Z gegen O c unendlich groß, ſo daß O c bloß wie ein Punkt gegen O Z angeſehen werden kann; ſo muß der Bogen H h gänzlich verſchwinden und der Punkt H mit dem Punkt h zuſammenfallen. Nun zeigen die Beobachtungen der Sternkundigen in der That, daß bei dem ſcheinbaren täglichen Umlaufe der Geſtirne der Bogen H h für den Mond etwa einen Grad, für die Sonne acht bis neun Secunden betrage, für die Fixſterne aber durchaus unmerklich ſey: hieraus folgt alſo, daß der Halbmeſſer der Himmelskugel, wenn ſich dieſelbe nur bis an den Mond erſtreckt, etwa ſechzigmal, wenn ſie bis an die Sonne reicht, etwa vier und zwanzig tauſend mal, wenn ſie aber bis an die Fixſterne ausgedehnt gedacht wird, unendlichemal größer, als der Halbmeſſer der Erde angenommen werden muß. Dieß im Vorbeigehen Angeführte mag unſern Leſern einigen Begriff von der Möglichkeit geben, wie man die Entfernungen ſo erſtaunlich entlegener Weltkörper dennoch zu meſſen im Stande iſt.

Der Geſichtskreis iſt unſtreitig der erſte Kreis, den man am Himmel kennen lernte: Aufgang, Untergang und Höhe der Geſtirne ſind Begriffe, die ſich ſämtlich auf ihn beziehn. Ein Stern geht auf, wenn er in den Geſichtskreis tritt; er geht unter, wenn er ſich wieder aus demſelben an der entgegengeſetzten Seite des Himmels verliert; er ſteht hoch oder niedrig, je nachdem er mehr oder minder über dem Geſichtskreiſe von denſelben entfernt iſt. Der griechiſche Name des Geſichtskreiſes (Horizont) bedeutet einen begränzenden Kreis, weil der Inbegriff aller für uns überſehbaren Gegenſtände durch den Geſichtskreis begränzt wird.

Durch dieſe genauere Kenntniß des Geſichtskreiſes wird uns nun deutlich, warum man eine waſſergleiche Ebene horizontal zu nennen pflegt; denn allenthalben muß die Richtung der Schwere oder des Bleilots auf der Ebene des Geſichtskreiſes rechte Winkel machen, und der Scheitelpunkt jedes Beobachters ſteht allenthalben um 90 Grad, alſo um

einen rechten Winkel, von ſeinem Geſichtskreiſe ab. Es bedarf wohl jetzt nicht mehr erwähnt zu werden, daß jeder Punkt der Erdfläche eben ſo wohl ſeinen eignen Geſichtskreis, wie ſeinen eignen Scheitelpunkt hat.

Zugleich erhellet hieraus, daß die bildliche Redensart, vermöge deren jemand von einer Sache, die er nicht begreifen kann, zu ſagen pflegt daß ſie über ſeinem Horizonte ſey, keine genaue Unterſuchung aushalte; denn eben dasjenige iſt uns ja gerade ſichtbar und deutlich, was über unſerm Geſichtskreiſe iſt, dagegen Alles, was unter demſelben liegt, vor unſern Augen völlig verborgen bleibt. Man giebt eben darum den beiden Hälften der Himmelskugel, worin ſie durch jeden Geſichtskreis getheilt wird, den Namen der obern oder ſichtbaren, und der untern oder unſichtbaren Halbkugel.

Da alle durch den Scheitelpunkt gehenden größten Kreiſe den Geſichtskreis ſenkrecht ſchneiden müſſen; ſo muß auch jeder Mittagskreis zwei Durchſchnittspunkte mit demſelben haben. In der elften Figur, wo Z h H S R r P Z den Mittagskreis des bei c befindlichen Beobachters darſtellt, durchſchneidet dieſer den Geſichtskreis in den Punkten H und R: dieſe beiden Durchſchnittspunkte des Geſichtskreiſes mit dem Mittagskreiſe jedes Orts beſtimmen für denſelben den Mittagspunkt und Mitternachtspunkt; und zwar liegt der letzte für den Ort c in R, wenn P den bei uns ſichtbaren nördlichen Angelpunkt vorſtellt. Ein Punkt, der dem in c befindlichen und nach R blickenden Zuſchauer zur Rechten, und in ſeinem Geſichtskreiſe um 90 Grad ſowohl von R als von H entfernt wäre, würde der Morgenpunkt, ſo wie ein eben ſo aber zu ſeiner Linken gelegner Punkt, der Abendpunkt des Beobachters ſein.

Durch dieſe vier Punkte wird der Geſichtskreis in vier gleiche Theile getheilt, welche die Hauptgegenden beſtimmen. Da man aber nicht für alle Fälle mit dieſer allgemeinen Beſtimmung ausreichen kann; ſo theilt man die zwiſchen dieſen Haupttheilen liegenden Entfernungen noch in kleinere Abtheilungen, wie man in der 12 Figur ſehen kann, wo N ſo viel als Norden oder Mitternacht, O Oſten oder Morgen, S Süden oder Mittag, und W Weſten oder Abend bedeutet.

Die übrigen Weltgegenden werden durch fortgeſetzte Theilung der durch die Hauptgegenden angegebenen Viertelkreiſe beſtimmt. Die erſte Theilung dieſer Virtelkreiſe in ihre Hälften giebt die vier erſten Nebengegenden. Der Name einer jeden wird aus den Namen der beiden Hauptgegenden, zwiſchen denen ſie liegt, ſo zuſammen geſetzt, daß die in der Mittagslinie M S liegende Gegend zuerſt genannt wird. So heißen dieſe Gegenden Nordweſt, Südweſt, Südoſt, Nordoſt.

Eine fernere Theilung dieſer acht Bogen in ihre Hälften giebt acht zweite Nebengegenden. Jeder Name beſteht aus dem Namen der nebenliegenden Hauptgegend und der erſten Nebengegend. Dieſe Namen ſind alſo: Nord Nord Weſt; Weſt Nord Weſt; Weſt Süd Weſt; Süd Süd Weſt; Süd Süd Oſt; Oſt Süd Oſt; Oſt Nord Oſt; Nord Nord Oſt.

Endlich giebt die nochmalige Theilung der ſechzehn nunmehrigen Bogen in ihre Hälften ſechzehn dritte Nebengegenden, deren jeder entweder an einer Hauptgegend oder an einer erſten Nebengegend anliegt, und von dieſer anliegenden den Namen bekommt, welcher durch die Silben gen mit der Hauptgegend verbunden wird, nach welcher die zu benennende Gegend von jener anliegenden abweicht. Dieſe Namen ſind: Nord gen Weſt; Nordweſt gen Nord; Nordweſt gen Weſt; Weſt gen Nord; Weſt gen Süd; Südweſt gen Weſt; Südweſt gen Süd; Süd gen Weſt; Süd gen Oſt; Südoſt gen Süd; Südoſt gen Oſt; Oſt gen Süd; Oſt gen Nord; Nordoſt gen Oſt; Nordoſt gen Nord; Nord gen Oſt.

Da die Schiffer die Richtung der Winde auf dieſe Art angeben; ſo heißen dieſe Gegenden zuweilen auch die 32 Winde, und der Stern (Fig. 12.) worauf dieſelben verzeichnet ſind, führt den Namen der Windroſe. Gewöhnlich wird diejenige Spitze des Sterns, welche den Nordpunkt angeben ſoll, durch eine Linie oder ein anderes Merkmal unterſchieden, zu jeder der übrigen aber der Name der zugehörigen Weltgegend geſetzt. Die Namen zeigen offenbar, daß dieſe Eintheilung von deutſchen oder holländiſchen Schiffern herrührt; jetzt werden aber dieſe Namen von allen Europäern gebraucht. Die Griechen und Römer theilten den Geſichtskreis nicht ſo, wie bei uns geſchieht, in 32, ſondern in 12 oder 24 gleiche Theile, ſo wie dieß auch noch jetzt von den Bergleuten geſchieht, welche die Richtung eines Erzganges nach den Weltgegenden, nicht nach Graden, ſondern nach Stunden angeben. Sie theilen nämlich zu dieſem Behuf den Geſichtskreis in 24 gleiche Theile (Stunden), welche vom Mittagspunkte und Mitternachtspunkte aus zur Rechten bis 12 gezählt werden. Dieſe beiden Punkte ſelbſt fallen alsdann in die zwölfte, der Morgenpunkt und Abendpunkt hingegen in die ſechſte Stunde, und man ſagt z. B. von einem Gange, welcher von Nordoſt nach Südweſt läuft, er ſtreiche in der dritten Stunde. Je nachdem man nun in eben dieſem Gebirge ſchon viele oder wenige reichhaltige Gänge in dieſer Richtung angetroffen hat, ſagt man: der Gang ſtreiche in einer guten oder ſchlechten Stunde.

VI.

Von der Sonnenbahn und den davon abhängigen Erſcheinungen, dem Wechſel der Jahreszeiten, und der ungleichen Länge der Tage und Nächte.

Beim erſten flüchtigen Blicke ſcheint es, als ob die ganze geſtirnte Hohlkugel mit allen daran befindlichen Himmelskörpern ſich in vier und zwanzig Stunden von Morgen gegen Abend um die Erde herum ſchwinge, und daraus ergab ſich, wie wir im zweiten Abſchnitte gezeigt haben, der Schluß, daß ſich die Erde während eben dieſer Zeit nach einer entgegengeſetzten Richtung um ihre Achſe drehe. Dieſe tägliche Bewegung der Erde aber iſt allein noch nicht im Stande, uns über manche andere Erſcheinungen, z. B. über die verſchiedene Dauer der Tage und Nächte, über den ungleichen Ort des Aufgangs und Untergangs der Sonne, und über den Wechſel der Jahreszeiten, eine befriedigende Auskunft zu geben. Wenn gar keine andere Bewegung der Himmelskörper außer der täglichen Umwälzung der Erde Statt fände; ſo müßte die Sonne immerfort zu einerlei Zeit und an einerlei Ort aufgehn und untergehn, und in der Mitte ihres Laufs immer gleich hoch über dem Geſichtskreiſe in den Mittagskreis treten: alle Tage würden alſo gleich lang und gleich warm ſeyn. Da aber von allem dieſen das Gegentheil geſchieht, und die Sonne erſt nach Verlauf eines Jahres wieder an eben demſelben Orte wie vorher am Himmel erſcheint; ſo glaubte man eine *jährliche* Bewegung der Sonne um die Erde annehmen zu müſſen, und nannte den Kreis, in welchem ſich die Sonne jährlich um die Erde zu bewegen ſcheint, die **Sonnenbahn** (**Ekliptik**). Die **Sonnenbahn** iſt alſo derjenige größte Kreis an der Himmelskugel, in welchem ſich die Sonne während ihres jährlichen Umlaufs bewegt: zuweilen verzeichnet man dieſelbe auch auf den künſtlichen Erdkugeln, wo ſie aber nicht die Sonnenbahn ſelbſt, ſondern den ihr zugehörigen größten Kreis auf der Erdfläche anzeigt. Man hat gefunden, daß die Sonnenbahn die Mittellinie am Himmel in einem Winkel von 23 Grad und beinahe 28 Minuten durchſchneidet, und daraus kan man ſich von ihrer Lage leicht einen Begriff machen, ſo bald man dieſe Durchſchnittspunkte erſt kennt, die wir in der Folge angeben werden.

Da die Sonnenbahn einen über die Fläche des Himmels gezogenen Kreis bildet, und der Himmel allenthalben mit Sternen beſetzt iſt; ſo muß auch die Sonnenbahn gewiſſe Sterne treffen, die gleichſam den Gang der Sonne bezeichnen. Schon bei Ge-

legenheit der Aufſuchung der Angelpunkte haben unſre Leſer die Bemerkung machen können, daß die Sternkundigen, um ſich die Angabe der Gegenden am Himmel zu erleichtern, nicht jedem einzelnen Sterne einen beſondern Namen geben, ſondern immer eine Anzahl derſelben unter dem Namen eines mehr oder minder ähnlichen Bildes, z. B. des großen und des kleinen Bären, oder Wagens, zuſammenfaſſen. Eben ſo hat man für diejenigen Sterne, welche in der Sonnenbahn liegen, zwölf Sternbilder erſonnen, welche den Namen der zwölf himmliſchen Zeichen führen. Ihre Namen nebſt ihren Bezeichnungen im Kalender und den zur Sternkunde gehörigen Schriften ſind folgende: Widder (♈), Stier (♉), Zwillinge (♊), Krebs (♋), Löwe (♌) Jungfrau (♍), Wage (♎), Skorpion (♏), Schütze (♐), Steinbock (♑), Waſſermann (♒), Fiſche (♓).

Man unterſcheidet bei dieſen Zeichen 1) die nördlichen und die ſüdlichen Zeichen. Jene liegen zwiſchen der Mittellinie und dem nördlichen, dieſe zwiſchen der Mittellinie und dem ſüdlichen Angelpunkte. Die nördlichen ſind: der Widder, der Stier, die Zwillinge, der Krebs, der Löwe, die Jungfrau: ſüdlich hingegen liegen die Waage, der Skorpion, der Schütze, der Steinbock, der Waſſermann und die Fiſche. Man ſehe darüber die dreizehnte Figur, wo man zugleich ſieht, daß es in Anſehung des Widders und der Waage eigentlich gleichgültig iſt, ob man ſie zu den nördlichen oder ſüdlichen Zeichen rechnen will, indem ſie gerade in der Mittellinie, und alſo von dem nördlichen und von dem ſüdlichen Angelpunkte gleich weit entfernt liegen.

Ferner unterſcheidet man bei dieſen Zeichen 2) die aufſteigenden und abſteigenden. Jene ſind diejenigen, welche vom ſüdlichſten Punkte der Sonnenbahn in der Reihe auf einander folgen; nämlich vom Steinbock an durch den Widder bis zu den Zwillingen; dieſe folgen in einer ähnlichen Reihe von dem nördlichſten Punkte der Sonnenbahn bis zum ſüdlichſten auf einander, vom Krebſe bis zum Schützen.

Da die meiſten von den in der Sonnenbahn gedachten Sternbildern oder Zeichen thieriſche Namen führen; ſo nennt man auch wohl die Sonnenbahn ſelbſt, den Thierkreis (Zodiacus); obgleich man im eigentlichſten Sinn unter dem Thierkreiſe einen Streifen am Himmel verſteht, der ſechzehn Grad breit, und in deſſen Mitte gerade die Sonnenbahn gelegen iſt.

Der ſcheinbare Kreis, welchen die Sonne jährlich am Himmel durchläuft, wird zwar, wie jeder andere, in 360 Grade getheilt; allein außerdem theilt man die Sonnenbahn auch in die zwölf Zeichen ein, ſo daß man auf jedes Zeichen 30 Grad rechnet, weil dieſe Eintheilung gerade mit unſern Monaten zuſammenſtimmt.

Vier Punkte in der Sonnenbahn ſind wegen des Einflußes auf die Jahreszeiten ganz beſonders zu merken: nämlich die beiden, in welchen die Sonne beim Hinaufſteigen und Hinabſteigen die Mittellinie durchſchneidet; und dann der nördlichſte und der ſüdlichſte Punkt. Die beiden erſten heißen die Nachtgleichepunkte (Aequinoctialpunkte), die beiden letzten die Sonnenſtillſtandspunkte (Solſtitialpunkte).

Um die Wirkung von dieſer verſchiedenen Lage der Erde gegen die Sonne einzuſehn, darf man ſich nur erinnern, daß die Sonne allemal die eine Hälfte der Erde, alſo von jedem Mittagskreiſe 180° Grad, oder von demjenigen Punkte der Erde aus, den eine von dem Mittelpunkte der Erde nach dem Punkt, der Sonnenbahn, wo die Sonne jedesmal ſteht; gezogene Linie treffen würde, nach Norden zu 90 und nach Süden zu 90 Grade erleuchtet. Befindet ſich alſo die Sonne gerade in der Mittellinie: ſo treffen ihre Strahlen gerade auf die beiden Angelpunkte, als auf die letzte Gränze des erleuchteten Theils der Erde; denn ſie iſt alsdann von beiden gleich weit entfernt, nämlich um 90 Grade gegen den nördlichen, und um 90 gegen den ſüdlichen Angelpunkt; und da alle Punkte der Mittellinie auf der Erde bei der täglichen Umwälzung derſelben unter dem Punkte, wo die Sonne ſteht, nach einander durchgehn: ſo iſt in dieſem Falle auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich, und eben darum heißen die beiden Punkte der Sonnenbahn, welche gerade in der Mittellinie des Himmels liegen, die beiden Punkte der Nachtgleiche. Da ſich die Sonnenbahn und die Mittellinie am Himmel in zweien um einen halben Kreis von einander entfernten Punkten durchſchneiden; ſo muß ſich dieſe völlig gleiche Länge der Tage und Nächte auf der ganzen Erde in jedem Jahre zweimal ereignen, das eine mal, wenn die Sonne aus dem Zeichen der Fiſche in das Zeichen des Widders hinaufſteigt, und das zweitemal, wenn ſie ſich aus dem Zeichen der Jungfrau in das Zeichen der Waage hinabſenkt. Jenes geſchieht etwa den 21ten März, dieſes den 23ſten September; jenes zu Anfange des Frühlings, dieſes zu Anfange des Herbſtes; daher heißt jenes die Frühlingsnachtgleiche (aequinoctium vernale), und dieſes die Herbſtnachtgleiche, (aequinoctium autumnale).

Ganz andre Erſcheinungen müſſen erfolgen, wenn die Sonne in ihre beiden Stillſtandspunkte, oder in den nördlichſten und ſüdlichſten Punkt der Sonnenbahn tritt: jenes geſchieht im Anfange des Krebſes, ohngefähr am 21ten Juni; dieſes im Anfange des Steinbocks, ohngefähr am 21ſten December. Im erſten Falle verweilt ſie über dem

Geſichtskreiſe der gegen Norden gelegenen Länder am längſten, und die Länder am ſüdlichen Angelpunkte, welche nicht über 23 Grad von demſelben entfernt ſind, bekommen ſie gar nicht zu ſehn, da ſie um 23½ Grad von der Mittellinie gegen Norden entfernt ſteht, und alſo nicht mehr als 66½ Grad jenſeits derſelben gegen Süden zu beſcheinen kann. Die Bewohner der nördlichen Halbkugel der Erde haben daher alsdann ihren längſten Tag und Sommersanfang; die Bewohner der ſüdlichen hingegen ihren kürzeſten Tag und Wintersanfang. Das Gegentheil für beide Gegenden der Erde muß erfolgen, wenn die Sonne in den ſüdlichſten Punkt ihrer Bahn tritt: alsdann müſſen die Bewohner der ſüdlichen Hälfte der Erde ihren längſten Tag und Sommersanfang, die Bewohner der nördlichen hingegen ihren kürzeſten Tag und Wintersanfang haben. Man nennt deswegen den Sonnenſtillſtand zur Zeit unſers (des nördlichen) Sommersanfangs den Sommerſonnenſtillſtand (solstitium aestivum); das zweite aber beim Anfange unſers Winters den Winterſonnenſtillſtand (solstitium hibernum).

Sonnenſtillſtandspunkte heißen dieſe Punkte theils darum, weil die Sonne in denſelben mit ihrem Fortrücken gegen Norden und Süden, oder mit ihrem Hinaufſteigen und Hinabſteigen in der Sonnenbahn, inne hält, und in dieſer Richtung nicht weiter fortrückt, ſondern nach Erreichung dieſer Punkte eine entgegengeſetzte Richtung annimmt; theils aber auch darum, weil ſie um dieſe Zeiten in dem Steigen und Fallen ihrer täglichen Mittagshöhe gleichſam ſtille zu ſtehen ſcheint; indem man alsdann keinen in die Augen fallenden Unterſchied in ihrer Mittagshöhe bemerkt, weil die in der Nähe der Stillſtandspunkte von ihr durchlaufenen Grade ihrer Bahn in einem Bogen liegen, deſſen Krümmung wir ſo wenig bemerken, daß er beinahe einer geraden Linie gleich ſcheint, dagegen der Unterſchied ihrer Bewegung und täglichen Höhe, wenn ſie ſich den Nachtgleichepunkten in der Mittellinie nähert, faſt durch jeden Grad, und alſo an jedem Tage, merklich iſt.

Um ſich hiervon zu überzeugen, darf man ſich nur erinnern, daß in Fig. 13 die gerade Linie von V zu V die Mittellinie des Himmels und die krumme mit den zwölf himmliſchen Zeichen bemerkte Linie den Weg der Sonne bezeichnet. Denkt man ſich nun von jedem Zeichen eine ſenkrechte Linie auf die Mittellinie gezogen; ſo wird man leicht ſehen, daß ſich die Abweichung der Sonne von der Mittellinie, die durch jene ſenkrechten Linien gemeſſen wird, bei den an den Nachtgleichepunkten zunächſt liegenden Zeichen am merklichſten, in der Nähe der Stillſtandspunkte aber am wenigſten ändert. Wie geringe iſt nicht der Unterſchied in dieſer Abweichung während der ganzen zwei Monate von 21ten Mäi

bis zum 22ſten Juli, während deren ſich die Sonne von dem Zeichen der Zwillinge bis zum Zeichen des Löwen fortbewegt, indem ſie ſich von jenem bis an den Krebs (bis zum 21ſten Juni) erhebt und von dieſem wieder zum Löwen hinabſteigt. In der That vermehrt dieſes Aufſteigen die Abweichung der Sonne nur um einen Winkel von etwa $3\frac{1}{2}$ Grad um welchen die Sonne während des zweiten Monats wieder ſinkt, ſo daß $3\frac{1}{2}$ Grad der höchſte Unterſchied in der Abweichung während dieſer ganzen zwei Monate iſt. Vergleicht man nun hiemit den Gang der Sonne (Fig. 13) von Ende Auguſt bis gegen Ende des Octobers, wie ſie von dem Zeichen der Jungfrau durch die Waage bis zum Skorpion hinabſtürzt; ſo ſieht man, daß ſich die Abweichung der Sonne und ihre Höhe über dem Geſichtskreiſe eines Ortes in dieſer Zeit ſehr merklich ändert: ihr Winkel mit der Mittellinie beträgt beim Anfange dieſes Zeitraumes etwa $11\frac{1}{2}$ Grad gegen Norden und beim Ende deſſelben etwa eben ſo viel gegen Süden, ſo daß ſie alsdann um ohngefähr 23 Grad von dem Orte gegen Süden entfernt iſt, wo ſie gegen Ende des Auguſt ſtand. Daher kommt es auch, daß die Veränderung der Tageslänge um die Zeit des längſten und kürzeſten Tages ſehr wenig, aber um die Zeiten des Frühlings- und Herbſt-Anfanges ſehr ſtark zu bemerken ſind: denn wirklich geht die Sonne am längſten Tage in unſerm Himmelsſtriche um keine volle halbe Stnnde früher auf, als ein Monat vor und nach demſelben; hingegen geht ſie gegen Ende des Auguſt noch um eine Stunde vor 6 Uhr gegen Ende des Octobers aber erſt eine Stunde nach 6 Uhr auf: folglich beträgt der Unterſchied ihrer Aufgangszeit während zweier Monate in der Nähe der Stilliſtandspunkte kaum den vierten Theil von eben dieſem Unterſchiede in den beiden Monaten, die der Nachtgleiche am nächſten ſind.

Aus dem bisherigen erhellt, daß die vier von uns ausgezeichneten Punkte der Sonnenbahn zugleich die Anfänge unſerer vier Jahreszeiten ſind. Wir haben nämlich Frühlingsanfang, wenn die Sonne in den Widder, Sommersanfang, wenn ſie in den Krebs, Herbſtanfang, wenn ſie in die Waage, und endlich Wintersanfang, wenn ſie in den Steinbock tritt. Deswegen theilt man auch die zwölf Zeichen des Thierkreiſes, außer den oben angeführten Eintheilungen, in drei Frühlingszeichen (Widder, Stier, Zwillinge); in drei Sommerzeichen, (Krebs, Löwe Jungfrau); in drei Herbſtzeichen, (Waage, Skorpion, Schütze); und in drei Winterzeichen, (Steinbock, Waſſermann, Fiſche).

Noch iſt zu merken, daß jetzt nicht mehr dasjenige Zeichen des Thierkreiſes wirklich mit der Sonne zugleich am Himmel auf und untergeht, in welchem man ſagt, daß ſich die Sonne in jedem Monate befinde. Man hat ſchon lange bemerkt, daß die Sterne des

Thierkreiſes und mit ihnen alle Fixſterne, innerhalb einen Jahre ohngefähr um $50\frac{1}{4}$ bis $50\frac{1}{3}$ Secunden, alſo in einen Jahrhundert um 1° 23′ 45″ bis 1° 23′ 59″ gegen Morgen fortzurücken ſcheinen; dieſe Bewegung hat ſeit der Einführung der noch jetzt fortdauernden Benennungen und Eintheilungen des Thierkreiſes ſchon über 30 Grad betragen. Daher kommt es, daß wir jetzt nicht die Nachtgleiche alsdann haben, wenn die Sonne wirklich in den Widder und die Waage tritt, ſondern wenn ſie ſich in den Fiſchen und der Jungfrau befindet; denn man hat für die Durchſchnittspunkte der Mittellinie und der Sonnenbahn noch immer die Namen des Widders und der Waage beibehalten, obgleich dieſe Geſtirne, welche ſich vor mehr als zweitauſend Jahren in dieſen Punkten befanden, ſich lange davon entfernt haben, und ſich mit jedem Jahr, freilich nur um etwas ſehr geringes, immer weiter davon entfernen. Dieſe Veränderung der Durchſchnittspunkte zwiſchen der Sonnenbahn und der Mittellinie des Himmels, vermöge deren ſich das ganze Heer der Geſtirne in Kreiſen, die mit der Sonnenbahn gleichlaufend ſind, äußerſt langſam um die Angelpunkte derſelben zu bewegen ſcheint, wird darum, weil die Nachtgleichepunkte nicht nach der Ordnung der Zeichen, vom Sternbilde des Widders und der Waage nach dem Sternbildern des Stiers und des Skorpions vorrücken, ſondern ſich in entgegegeſetzter Richtung fortbewegen, am bequemſten der *Rückgang der Nachtgleichepunkte* genannt. Aus der angegebenen Größe dieſes Rückganges ergiebt ſich, daß die Nachtgleichepunkte, indem ſie ſich allmählig rückwärts ſchieben, nach etwas mehr als 25700 Jahren wieder auf die vorige Stelle kommen müſſen, weshalb man dieſen Zeitraum *das große*, auch wohl das *platoniſche Jahr* zu nennen pflegt.

Man muß alſo wohl unterſcheiden, wenn von einem Zeichen des Thierkreiſes die Rede iſt, ob man das beſtimmte Sternbild dieſes Namens, oder ob man diejenige Stelle am Himmel darunter verſteht, in welcher ſich die Sonne in irgend einem Monate befindet; denn dieſe liegt um mehr als 30 Grad weiter gegen Abend, als das Sternbild, deſſen Namen ſie führt.

Bis jetzt haben wir von der Sonnenbahn, als von einem Kreiſe am Himmel, geſprochen, durch welchen ſich die Sonne jährlich bewege. So wie wir aber im zweiten Abſchnitte zeigten, daß die Erſcheinuug von Tag und Nacht durch die tägliche Umwälzung der Erde eben ſo befriedigend, und bei weitem begreiflicher zu erklären ſey, als durch die tägliche Bewegung der ganzen Himmelskugel um die im Mittelpunkte derſelben angenommene Erde, ſo läßt ſich auch zeigen, daß die jährlichen Veränderungen in dem Laufe der Sonne, und der Wechſel der Jahreszeiten vollkommen eben ſo begreiflich ſind, wenn man einen jährlichen

Umlauf der Erde um die Sonne, welche alsdann in dem Mittelpunkte der Erdbahn ſteht, als wenn man eine jährliche Bewegung der Sonne um die Erde annimmt.

Der Unterſchied zwiſchen beiden Vorausſetzungen beſteht bloß in einer Veränderung der Namen. Was wir bisher die Sonnenbahn genannt haben, muß mit größerem Rechte eigentlich die Erdbahn heißen. Und wenn wir ſagen, daß ſich die Sonne im Widder befinde; ſo würden wir, um uns ganz richtig auszudrücken, vielmehr ſagen müſſen, daß die Erde bei ihrem Laufe um die Sonne jetzt bei der Waage ſey.

Damit dieß völlig klar werde, ſtelle man ſich (Fig. 13.) unter S die Sonne vor: der mit Zahlen bezeichnete Kreis bedeute die Laufbahn der Erde innerhalb des Thierkreiſes, und hinter dieſer liege der Thierkreis als ein Theil der ſcheinbaren Himmelskugel. Steht nun die Erde auf ihrer Laufbahn in 12 vor dem Geſtirne der Waage; ſo wird ein Beobachter auf derſelben die Sonne über 6 hinaus, das heißt, in derjenigen Gegend des Himmels, wo der Widder anfängt, erblicken müſſen. Iſt die Erde während eines Monats bis nach 1, alſo aus der Waage nach dem Skorpion fortgerückt; ſo ſieht der Beobachter die Sonne über 7 hinaus in dem Zeichen des Stiers: kommt die Erde im folgenden Monate nach 2 vor den Schützen zu ſtehn; ſo muß die Sonne über 8 hinaus in den Zwillingen erſcheinen u. ſ. w. Natürlich muß alſo die Sonne ſich in dem Kreiſe der zwölf Zeichen am Himmel herum zu bewegen ſcheinen, während ſich die Erde auf ihrer Laufbahn einmal um die Sonne bewegt.

Eben ſo kann man ſich den Rückgang der Nachtgleichepunkte, anſtatt dabei eine langſame Umdrehung des ganzen Sternhimmels um die Angelpunkte der Sonnenbahn anzunehmen, auch dadurch begreiflich machen, wenn man eine langſame Bewegung in den Angelpunkten der Mittellinie rund um die Angelpunkte der Sonnenbahn vorausſetzt. Die Erſcheinungen müſſen auf gleiche Weiſe erfolgen, man mag die Angelpunkte der Mittellinie oder der Sonnenbahn für unbeweglich annehmen, wenn nur die einen ſich kreisförmig um die andern bewegen.

Bisher iſt ferner der jährliche Lauf der Erde als ein vollkomener Kreis vorgeſtellt worden; aber wir finden, daß die Sonne in unſerm Winter im Durchmeſſer größer erſcheint, und ſich innerhalb 24 Stunden ſchneller fortbewegt, als im Sommer, wo ſie ſich bei einer täglich um 4 Minuten langſameren Bewegung, zugleich mit einem um 1 Minute und 5 Secunden, alſo etwa um $\frac{1}{30}$ kleineren Durchmeſſer zeigt: hieraus folgt, daß die Erde nicht das ganze Jahr hindurch gleich weit von der Sonne entfernt,

und daß alſo ihre Bahn kein völlig runder Kreis, ſondern vielmehr eine länglichte eiförmige krumme Linie ſey. Die Sternkundigen haben den Unterſchied des Abſtandes der Erde von der Sonne zu verſchiedenen Zeiten des Jahres berechnet, und nach ihren Angaben beträgt in jedem Jahr

	der Abſtand der Erde von der Sonne	
	in Halbmeſ. der Erde	in Meilen
den 1ten Januar	23037	19,800,000
den 1ten Februar und den 1ten December	23090	19,846,000
— 1ten März — — 1ten November	23245	19,979,000
— 1ten April — — 1ten October	23430	20,138,000
— 1ten Mai — — 1ten September	23618	20,299,600
— 1ten Juni — — 1ten Auguſt	23780	20,439,000
den 1ten Juli	23836	20,487,000

Man ſieht hieraus, daß die Erde im Anfange des Jahres der Sonne um 687000 Meilen näher iſt, als in der Mitte deſſelben. Nimmt man die Erdbahn aber als einen Kreis, und den mittleren Abſtand der Erde von der Sonne zum Halbmeſſer dieſes Kreiſes an; ſo ergiebt ſich der Umfang der Erdbahn von 126,531,000 Meilen, welchen unſer Erdkörper innerhalb eines Jahrs oder in 8766 Stunden zu durchlaufen hat: er durchläuft alſo mit einer erſtaunlichen Schnelligkeit in 24 Stunden 346420, oder in einer Stunde 14434, folglich in einer einzigen Secunde über 4 Meilen. Folglich iſt ſeine fortſchreitende Bewegung um die Sonne mehr als 64 mahl ſchneller, als ſein drehen um ſeine Achſe, wobei er, ſelbſt unter der Mittellinie, nur 225 Meilen durchläuft.

Nach dieſem Allen kann es aber noch zweifelhaft ſcheinen, welcher von beiden Weltkörpern, Erde oder Sonne, in Ruhe oder in Bewegung ſei. Indem man einſieht, daß die Bewegung des einen oder des andern gleich gut zur Erklärung der Erſcheinungen hinreicht, findet man den menſchlichen Verſtand nun wenigſtens nicht mehr auf eine einzige Möglichkeit eingeſchränkt, ſondern vielmehr in völliger Freiheit, die eine oder die andere Erklärungsart anzunehmen. Um ſich bei dieſer Wahl zu entſcheiden, wird er entweder noch mehr Erſcheinungen aufſuchen müſſen, die ſich mit dem Wechſel der Jahreszeiten von einerlei Geſetzen ableiten laſſen müſſen, oder er wird ſich nach Gründen der allgemeinen Schicklichkeit richten. In Anſehung der letzten ſind die Gründe für die Bewegung der Erde um die Sonne keinesweges ſo dringend, wie die Gründe für die Achſendrehung derſelben, die wir im zweiten Abſchnitte vorgelegt hatten, wo man entweder eine ſehr geringe Bewegung der Erde, oder eine unendlich große der Sonne und der Geſtirne annehmen, und

ſich alſo natürlich für die erſte entſcheiden mußte. Hier findet ein ſolcher Unterſchied nicht ſtatt: die Entfernung zwiſchen der Erde und Sonne, und alſo auch der Kreis, welcher mit dieſer als mit einem Halbmeſſer jährlich beſchrieben wird, bleibt gleich groß, man mag die Erde als im Mittelpunkte derſelben annehmen, und ihn von der Sonne, oder ihn umgekehrt von dieſer um jene beſchreiben laſſen. Zwar beweiſet es ſchon einigermaßen für den Lauf der Erde, daß die Sonne aus andern Gründen für ſehr viel größer als die Erde gedacht werden muß, und daß der kleinere Körper alſo durch geringere Kraft, als der größere in Bewegung geſetzt werden kann; indeſſen iſt dieſer Grund allein doch von ſo geringem Gewicht, daß ſelbſt Copernikus, der Urheber unſrer richtigen Vorſtellungsart von der Einrichtung des Weltgebäudes viel früher von der Achſendrehung der Erde, als von ihrem Umlaufe um die Sonne überzeugt war. Wichtiger iſt ſchon der Grund, der auch für Copernikus entſcheidend war, daß die Bewegungen der übrigen Wandelſterne viel regelmäßiger und einförmiger werden, wenn man ſich die Sonne in dem Mittelpunkte als unbeweglich denkt, und daß man alsdann von ihrer Bewegung auf die Bewegung des Erdkörpers natürlich ſchließen muß. Dennoch würde es zur vollen Ueberzeugung von dem Umlaufe der Erde ſehr viel beitragen, wenn wir denſelben durch andere Erſcheinungen ſo beſtätigt fanden, wie die Abplattung der Erde ihrem Umſchwunge um die Achſe zur Beſtätigung dient. Dergleichen Erſcheinungen am Himmel giebt es nun in der That: unſere Leſer werden aus dem folgenden wenigſtens einigen Begriff davon erhalten, und ſich hier damit begnügen müſſen, da eine vollſtändige Auseinanderſetzung theils mehr in die Sternkunde gehört, theils mancherlei Vorkenntniſſe vorausſetzt.

Zuerſt wird der Umlauf der Erde durch die ſogenannten Doppelſterne erwieſen, eine Erſcheinung, welche darin beſteht, daß man einerlei Stern in einigen Jahreszeiten als einen einzigen in anderen hingegen, als einen zweyfachen oder dreifachen erblickt. Dies läßt ſich nicht wohl anders, als aus einer Veränderung unſers Standpunkts auf der Erde erklären: es hat damit dieſelbe Bewandniß, als wenn jemand, indem er ſitzt, zwei Lichter, die beide mit ſeinen Augen in gerader Linie liegen, für ein einziges hält, hernach aber, wenn er aufſteht, oder ſich bückt, ſie beide gewahr wird, weil nun die Linie von ſeinem Auge zu dem erſten Lichte nicht mehr geradezu auf das zweite trifft.

Eine zweite Erſcheinung, die ſich nur durch den vorausgeſetzten Umlauf der Erde um die Sonne begreifen läßt, iſt die Abirrung des Lichtes vermöge deren ein Stern nicht immer auf ebenderſelben Stelle erſcheint. Um ſich davon einen Begriff zu machen, denke

man ſich eine lange Wand, auf welcher eine Scheibe gemahlt iſt, nach welcher eine Kanonenkugel ſo gerichtet iſt, daß ſie, wenn die Wand unbeweglich bleibt, die Scheibe treffen muß. Rückt die Wand, indem die Kugel abgeſchoſſen wird, nach einer Seite fort; ſo wird die Kugel nun nicht mehr die Scheibe, ſondern einen andern Punkt treffen; denkt man ſich nun ſtatt der Wand die Erde, ſtatt der Kanonenkugel einen Lichtſtrahl: ſo muß durch dieſe Bewegung der Erde der Lichtſtrahl von einer andern Stelle herzukommen ſcheinen, als von welcher er wirklich herkommt, oder der Stern, von welchem der Lichtſtrahl ausfährt, muß an einem andern, als an ſeinem wahren Orte erſcheinen. Man ſieht leicht aus dem vorigen Beiſpiel, daß die Kugel die Scheibe nicht verfehlen würde, wenn ſich die Wand ihr gerade entgegen, oder gerade rückwärts, aber nicht ſeitwärts bewegte: eben ſo wird der wahre Ort eines Sterns von dem ſcheinbaren, worin er wegen des Umlaufs der Erde geſehen wird, deſto weniger abweichen, je näher die Richtung der Erde in ihrer Bahn mit einer geraden Linie von ihr nach dem Sterne zuſammenfällt; folglich wird ſich die Abirrung des Lichtes für verſchiedene Oerter und für verſchiedene Sterne berechnen laſſen, und das Zuſammentreffen dieſer Berechnungen mit der wirklichen Beobachtung wird einen entſcheidenden Beweis für die Richtigkeit der Vorausſetzung des Erdlaufs geben, worauf ſich allein jene Berechnungen gründen. Das gewählte Beiſpiel zeigt nun, daß um den Ort zu berechnen, wo die Kanonenkugel die bewegte Wand treffen wird, das Verhältniß zwiſchen der Geſchwindigkeit ihrer Bewegungen bekannt ſeyn muß; denn je langſamer ſich die Wand im Verhältniß gegen die Kanonenkugel ſeitwärts bewegt, deſto geringer wird die Entfernung zwiſchen der Scheibe und dem Orte ſeyn, wohin die Kanonenkugel trifft. Wäre die Bewegung der Wand im Verhältniſſe gegen die Kugel unendlich langſam; ſo würde die Kugel gar nicht die Scheibe verfehlen. Dieſe Betrachtung zeigt, auf die Abirrung des Lichts angewandt, daß das Verhältniß zwiſchen der Geſchwindigkeit des Lichts und zwiſchen der Schnelligkeit der fortrückenden Erde bekannt ſeyn muß, wenn man jene Berechnungen über die Abirrung anſtellen will. Die Geſchwindigkeit, womit ſich die Erde um die Sonne bewegt, iſt oben auf etwa 4 Meilen in jeder Secunde angegeben, wie kann man aber die Geſchwindigkeit des Lichts berechnen?

Die Antwort auf die Frage hat man in der ſchon ſonſt wegen der Längenbeſtimmung ſo richtigen Erſcheinung der **Verfinſterungen der Jupitersmonden** gefunden. Nachdem man von dem Laufe dieſer Monden ſchon hinlänglich unterrichtet war, um ihre Verfinſterungen eben ſo genau, wie unſere Mondfinſterniſſe zu berechnen, fand man doch

zwiſchen der Berechnung und Beobachtung derſelben noch ſehr beträchtliche Unterſchiede. Man bemerkte, daß dieſe Finſterniſſe zuweilen ſpäter erfolgten, als nach der Berechnung geſchehen ſollte, und zwar um ſo mehr, je weiter die Erde vom Jupiter entfernt ſei: man beobachtete, daß, wenn Jupiter jenſeits und die Erde dieſſeits der Sonne ſtehe, und die Erde ſich alſo etwa um den halben Durchmeſſer der Erdbahn weiter, als in der mittleren Entfernung vom Jupiter befinde, der Anfang und das Ende dieſer Verfinſterungen um 8 Minuten und 7 Secunden ſpäter erfolgten, als ſie hätten erfolgen müſſen, wenn die Erde ſtets in dem mittleren Abſtande vom Jupiter bliebe. Die Urſache hiervon könnte man nur darin finden, daß die Lichtſtrahlen dieſe Zeit nöthig hätten, um dieſen Weg von mehr als 20000000 Meilen zurückzulegen. Hieraus ſieht man, daß die Geſchwindigkeit der Lichtſtrahlen um mehr als 10000 mahl die Geſchwindigkeit der in ihrer Bahn fortrückenden Erde übertrifft. Und daraus läßt ſich wieder berechnen, daß der ſcheinbare Ort eines Sterns wegen Abirrung des Lichts um 20 Secunden von ſeinem wahren verſchieden ſeyn kann, und die Uebereinſtimmung dieſer Rechnungen mit den genaueſten Beobachtungen zeigt hinlänglich die Richtigkeit aller dabei vorausgeſetzten Gründe.

Endlich ſtimmen die Lehren von der allgemeinen Anziehungskraft mit der Bewegung der Erde um die Sonne vollkommen überein, und geben uns über alle dabei vorkommenden Erſcheinungen, ſelbſt über den Rückgang der Nachtgleichen, befriedigende Erklärung. Dieſen Kräften iſt es auch zuzuſchreiben, daß die Schiefe der Erdbahn gegen die Mittellinie nicht immer gleich iſt, ſondern zwiſchen gewiſſen äußerſten Gränzen durch die Einwirkung der übrigen Weltkörper unſers Sonnenſyſtems äußerſt langſam hin und her ſchwankt. Sie iſt, ſo weit ſichere Beobachtungen reichen, immer in Abnehmen geweſen, welches jährlich etwa eine halbe Secunde, alſo in 120 Jahren nur eine einzige Minute beträgt. Die neueſten Beobachtungen geben die jeßige mittlere Schiefe der Ekliptik 23° 27′ 51″.

VII.

Von den kleineren Kreiſen der Erde, beſonders von den Wendekreiſen und Angelkreiſen.

Kleinere Kreiſe der Erde heißen diejenigen, welche nicht aus dem Mittelpunkte der Erde, ſondern aus irgend einem andern Punkte derſelben gezogen werden, und die alſo den Erdkörper, wenn er nach der von ihnen begränzten Ebene durchſchnitten würde, in zwei ungleiche Theile theilen würden. Da alle diejenigen kleineren Kreiſe, welche für die Erd-

beſchreibung wichtig ſind, mit der Mittellinie gleichlaufend gedacht werden, ſo daß jeder Punkt ihres ganzen Umfangs ſo wohl von jener als von den Angelpunkten gleich weit entfernt iſt; ſo heißen ſie auch gleichlaufende Kreiſe, Breitenkreiſe, (Parallelkreiſe). Sie haben folglich ihre Mittelpunkte ſämtlich in der Erdachſe; aber bald näher, bald entfernter von der Mittellinie. Man kann ſich natürlich unendlich viele ſolcher Breitenkreiſe denken; allein nur vier derſelben haben, wegen ihrer ausgezeichneten Wichtigkeit, ihre eigenthümlichen Namen: nämlich die beiden Wendekreiſe und die beiden Angelkreiſe.

Wendekreiſe (Tropici) heißen diejenigen beiden Breitenkreiſe, welche die Sonne an beiden Seiten der Mittellinie, bei ihrer täglichen ſcheinbaren Bewegung um die Erde, alsdann zu beſchreiben ſcheint, wenn ſie in ihren Stillſtandspunkten (Solſtitien) oder in dem höchſten und tiefſten (in dem nördlichſten und ſüdlichſten) Punkte der Sonnenbahn ſteht. Sie ſind alſo eigentlich Kreiſe der Himmelskugel, die um etwas weniger als $23\frac{1}{2}$ Grad von der Mittellinie gegen Norden und Süden entfernt ſind; aber ſie werden, als die jenen Himmelskreiſen zugehörigen Erdkreiſe auch auf der Erdkugel verzeichnet, wo ſie daher die Gränze anzeigen, bis zu welcher hin, an beiden Seiten der Mittellinie, die Sonne den Erdbewohnern ſenkrecht über ihren Scheitelpunkten zu ſtehen kommt. Der nördliche Wendekreis geht in Amerika durch Californien und Mexiko, in Afrika durch die Wüſte Sara, und Egypten, in Aſien durch Arabien, durch Indien, durch die ſüdliche Küſte von China und die Inſel Formoſa. Der ſüdliche Wendekreis geht in Amerika durch die Beſitzungen der Spanier und Portugieſen in den ſüdlichen Gegenden dieſes Welttheils, und von hier gegen Oſten in Afrika durch das Land der Hottentotten durch die Inſel Madagaskar und einige Länder des fünften Welttheils.

Der Name Wendekreis kommt daher, weil ſich die Sonne bei ihrem ſcheinbaren jährlichen Laufe, nicht weiter von der Mittellinie gegen Norden oder gegen Süden entfernt, als bis ſie einen von dieſen Kreiſen erreicht hat: alsdann ſcheint ſie ſtille zu ſtehn, (denn die Sonnenſtillſtandspunkte liegen, wie man ſich noch aus dem vorigen Abſchnitte erinnern wird, in dieſen beiden Kreiſen) um ſich nun wieder gegen die Mittellinie zurückzuwenden. Eben deswegen heißt auch der nördliche Wendekreis zugleich der Wendekreis des Krebſes (Tropicus Cancri), weil die Sonne in dieſem Zeichen des Thierkreiſes ſteht, wenn ſie am weiteſten gegen Norden hinaufgeſtiegen iſt: aus gleichem Grunde heißt der ſüdliche Wendekreis zugleich der Wendekreis des Steinbocks (Tropicus capricorni), weil ſich die Sonne nicht weiter als bis zu dieſem Zeichen in dem Thierkreiſe

gegen Süden hinabſenkt; indem ſie bei ihrem Eintritte in den nördlichen Wendekreis auf der nördlichen, und bei ihrer Erreichung des ſüdlichen Wendekreiſes auf der ſüdlichen Hälfte der Erdkugel den längſten Tag macht.

Die beiden Angelkreiſe werden in einer Entfernung von 23½ Graden von beiden Angelpunkten gezogen, und bezeichnen die Gränzen, bis zu welchen die Sonne bis über die Angelpunkte hinaus ihre Strahlen in den beiden Sonnenſtillſtandspunkten ſendet. Wenn ſie nämlich gerade in der Mittellinie des Himmels, oder, was eben ſo viel ſagen will, ſenkrecht auf der Mittellinie der Erde ſteht; ſo findet die von ihr jedesmal erleuchtete Hälfte eines Mittagskreiſes ihre Gränze gerade in den beiden Angelpunkten; denn ſie hat von ihrem Standpunkte gerade 90 Grad gegen Norden und 90 Grad gegen Süden zu erleuchten. Entfernt ſie ſich aber von der Mittellinie; ſo wird die von ihr jedesmal erleuchtete Hälfte eines Mittagskreiſes nicht mehr genau in den Angelpunkten anfangen, oder ſich endigen; ſondern ein Theil dieſer Kreishälfte wird gegen den einen Angelpunkt zu gar nicht von den Sonnenſtrahlen getroffen werden, und dagegen wird ihr Licht an dem andern Angelpunkte in dem jedesmal beſchienenen Mittagskreiſe um eben ſo viel über dieſen Angelpunkt hinausgehn. Dieſer Unterſchied wird gerade um ſo viel an jedem Angelpunkte betragen, als die Sonne von der Mittellinie entfernt iſt. Steht ſie alſo z. B. in ihrem höchſten nördlichen Stande, um 23½ Grad von der Mittellinie gegen Norden zu; ſo werden 23½ Grade von dem ſüdlichen Angelpunkte aus, in dem Mittagskreiſe, worin ſie ſich jedesmal befindet, und alſo die ganze um den ſüdlichen Angelpunkt gelegene Fläche bis auf 23½ Grad von demſelben nach allen Seiten zu, während dieſes ganzen Tages gar nicht von ihren Strahlen getroffen werden; dagegen werden ihre Strahlen ſtets jenſeits des Nord-Angelpunkts um 23½ Grad hinausgehn, und die rund um den nördlichen Angelpunkt gelegene Fläche bis auf 23½ Grad von demſelben nach allen Seiten zu, wird während dieſes ganzen Tages die Sonne über ihrem Geſichtskreiſe haben. Es bedarf keiner Erwähnung, daß ſich mit Veränderung der Schiefe der Sonnenbahn auch die Stellen der Wendekreiſe und Angelkreiſe verändern.

Die Breitenkreiſe werden, ſo wie alle überhaupt, in 360 Grade getheilt: allein, da ſie immer kleiner werden, je mehr ſie ſich von der Mittellinie entfernen, indem der letzte Breitenkreis unter jedem Angelpunkte in einen einzigen Punkt zuſammen fällt; ſo müſſen auch ihre Grade von ſehr ungleicher Länge ſeyn. Unter der Mittellinie beträgt jeder derſelben, wie ſich die Leſer noch aus dem erſten Abſchnitte erinnern werden, 15 Meilen; unter den

Angelpunkten betragen alle 360 zuſammengenommen nur einen einzigen Punkt: zwiſchen dieſen beiden äußerſten Verſchiedenheiten ihrer Größe müſſen die übrigen Breitenkreiſe eine ununterbrochene Stufenfolge angeben. Man nennt die Grade dieſer Breitenkreiſe zuweilen eben ſo, wie die Grade der Mittellinie, *Längengrade*, weil die Länge eines Orts (bekanntlich die Entfernung ſeines Mittagskreiſes von irgend einem andern beſtimmten, oder von dem erſten Mittagskreiſe) durch den Bogen des Breitenkreiſes zwiſchen den Mittagskreiſen, und alſo durch die Grade dieſes Breitenkreiſes, angegeben wird. Da es nicht ſelten wegen der Längenbeſtimmung wichtig ſeyn kann, daß man genau weiß, wie weit man gegen Morgen oder gegen Abend unter jedem Breitenkreiſe zu gehn hat, um einen Längengrad zurückgelegt zu haben; ſo wird folgende Tafel nicht überflüßig ſeyn, worin man die Abnahme der Längengrade gegen einen Angelpunkt zu, und den Umfang jedes Breitenkreiſes für jeden Breitengrad, in Meilen, und in den, hinter dem Komma ſtehenden, Tauſendtheilchen einer Meile angegeben findet.

Grade der Breite.	Größe der Grade in den Breitenkreiſen nach Meilen und Tauſendtheilchen einer Meile.		Umfang der Breitenkreiſe nach Meilen.	Grade der Breite.	Größe der Längengrade nach Meilen und Tauſendtheilchen einer Meile.		Umfang der Breitenkreiſe nach Meilen.
	Meilen,	Tauſendtheilchen einer Meile.	Meilen.		Meilen,	Tauſendtheilchen einer Meile.	Meilen.
0	15,	000	5400				
1	14,	998	5399	26	13,	432	4853
2	14,	991	5396	27	13,	365	4811
3	14,	979	5392	28	13,	244	4768
4	14,	963	5387	29	13,	119	4723
5	14,	943	5380	30	12,	990	4676
6	14,	918	5371	31	12,	857	4628
7	14,	888	5360	32	12,	721	4579
8	14,	853	5347	33	12,	580	4529
9	14,	815	5333	34	12,	436	4477
10	14,	772	5318	35	12,	287	4423
11	14,	724	5301	36	12,	135	4368
12	14,	672	5282	37	11,	980	4312
13	14,	615	5261	38	11,	820	4255
14	14,	554	5239	39	11,	657	4196
15	14,	488	5215	40	11,	491	4137
16	14,	418	5190	41	11,	321	4076
17	14,	344	5163	42	11,	147	4013
18	14,	265	5135	43	10,	970	3949
19	14,	182	5105	44	10,	790	3884
20	14,	095	5074	45	10,	607	3818
21	14,	003	5041	46	10,	420	3751
22	13,	907	5006	47	10,	230	3683
23	13,	807	4970	48	10,	037	3613
24	13,	703	4933	49	9,	841	3542
25	13,	595	4894	50	9,	642	3471

Grade der Breite.	Größe der Grade in den Breitenkreiſen nach Meilen und Tauſendtheilchen einer Meile.		Umfang der Breitenkreiſe nach Meilen.	Grade der Breite.	Größe der Längengrade nach Meilen und Tauſendtheilchen einer Meile.		Umfang der Breitenkreiſe nach Meilen.
	Meilen ,	Tauſendtheilchen einer Meile.	Meilen.		Meilen ,	Tauſendtheilchen einer Meile.	Meilen
51	9 ,	440	3398	71	4 ,	884	1758
52	9 ,	235	3324	72	4 ,	636	1669
53	9 ,	027	3250	73	4 ,	386	1579
54	8 ,	817	3174	74	4 ,	134	1488
55	8 ,	604	3097	75	3 ,	882	1397
56	8 ,	388	3020	76	3 ,	629	1306
57	8 ,	170	2941	77	3 ,	374	1215
58	7 ,	949	2862	78	3 ,	118	1122
59	7 ,	726	2781	79	2 ,	862	1030
60	7 ,	500	2700	80	2 ,	605	938
61	7 ,	272	2618	81	2 ,	347	845
62	7 ,	042	2535	82	2 ,	088	752
63	6 ,	810	2452	83	1 ,	828	658
64	6 ,	576	2367	84	1 ,	568	564
65	6 ,	340	2282	85	1 ,	307	470
66	6 ,	102	2197	86	1 ,	046	376
67	5 ,	861	2110	87	0 ,	785	282
68	5 ,	619	2023	88	0 ,	523	188
69	5 ,	375	1935	89	0 ,	262	94
70	5 ,	130	1847	90	0 ,	000	0

VIII.

Von den Abtheilungen der Erde nach Halbkugeln und nach den drei Erdlagen (Sphären.)

In Halbkugeln kann die Erde durch alle ihre größten Kreiſe getheilt werden, und deshalb theilt man ſie auch nach den drei bekannteſten größten Kreiſen in drei verſchiedenen Rückſichten in ſechs Halbkugeln.

1. Durch die Mittellinie wird die Erde in die nördliche und ſüdliche Halb-

kugel eingetheilt. Zu jener gehört Alles, was zwiſchen der Mittellinie und dem nördlichen, zu dieſer Alles, was zwiſchen ihr und dem ſüdlichen Angelpunkte liegt: folglich gehört ganz Europa, das ganze veſte Land von Aſien, nebſt dem größeren Theile von Amerika und von Afrika, zu der nördlichen, alles übrige aber zur ſüdlichen Halbkugel.

2. Der Geſichtskreis theilt die Erde in die obere und untere Halbkugel. Alle diejenigen Oerter nach aller Richtung, welche nicht über 90 Grad von dem Standpunkte des Beobachters entfernt ſind, liegen für ihn in ſeiner obern; alle diejenigen hingegen, welche dieſe Entfernung überſteigen, liegen in ſeiner untern Halbkugel.

3. Der Mittagskreis theilt für jeden Ort die Erde in die öſtliche und in die weſtliche Hälfte. Man rechnet nämlich alles dasjenige, was bis zu der zweiten Hälfte des Mittagskreiſes jenſeits der beiden Angelpunkte reicht, wenn es von dem Beobachter aus gegen Morgen liegt, zur öſtlichen, wenn es ihm gegen Abend liegt, zur weſtlichen Halbkugel.

Man ſieht leicht, daß eigentlich bloß die Abtheilung der Erde in die nördliche und ſüdliche Halbkugel eine allgemeingeltende für jedermann gleichbedeutende Theilung giebt. Da Geſichtskreis und Mittagskreis für jeden Beobachtungsort verſchieden ſind; ſo muß allemal erſt angegeben werden, von woher die obere oder die untere, die öſtliche oder die weſtliche Halbkugel gerechnet werden ſoll. Deswegen bedient man ſich dieſer Ausdrücke nur ſelten, und man hat dafür eine andere Redensart allmählig eingeführt, deren Richtigkeit zwar nicht ganz unbedenklich, die aber doch verſtändlich genug iſt. Man verſteht nämlich ſehr häufig ſo wohl unter der obern als unter der öſtlichen Halbkugel die ſogenannte alte Welt, oder genauer Europa, Afrika und Aſien, nebſt den dazu gehörigen Inſeln und einigen Ländern des fünften Welttheils; unter der untern oder der weſtlichen Halbkugel hingegen verſteht man gewöhnlich die neue Welt, oder Amerika nebſt den dazu gehörigen, und den in ſeiner Nähe gelegenen Inſeln des fünften Welttheils. Man ſetzt nämlich bei dieſer Benennung voraus, daß man ſich in der Mitte der alten Welt in Anſehung der öſtlichen und weſtlichen Abtheilung befände.

Die Lage verſchiedener Oerter der Erde gegen verſchiedene Stellungen der Himmelskugel und ihre Kreiſe verdient, als die Quelle einer großen Ungleichheit in den Erſcheinungen am Himmel für verſchiedene Erdgegenden eine vorzügliche Aufmerkſamkeit, und deswegen unterſcheiden die Erdbeſchreiber dreierlei Erdlagen (Sphären) die gerade oder ſenkrechte, die waagerechte, und die ſchiefe Erdlage.

Gerade oder ſenkrecht heißt die Erdlage (Sphaera recta) in Anſehung derjenigen Erdbewohner, welchen die Breitenkreiſe der Erde, und alſo auch die Mittellinie ſelbſt, ſo wie auch die Bogen, welche bei Tage die Sonne, und bei Nacht der Mond nebſt allen Sternen am Himmel beſchreiben, ſenkrecht auf ihrem Geſichtskreiſe erſcheinen. Da alle Bogen dieſer Art mit der Mittellinie gleichlaufend ſind, und nur die Mittagskreiſe ſich mit der Mittellinie in rechten Winkeln durchſchneiden; ſo können dieſe Erſcheinungen nur da vorkommen, wo der Geſichtskreis mit einem Mittagskreiſe zuſammenfällt, oder wo der Geſichtskreis gerade durch die Angelpunkte geht, das heißt, unter der Mittellinie ſelbſt, und in den nahe bei derſelben gelegenen Gegenden. Die Bewohner dieſer Gegenden werden alſo folgende Erſcheinungen am Himmel beobachten, die in keiner andern Gegend vorkommen können.

1. Beide Angelpunkte liegen ihnen im Geſichtskreiſe, und es giebt für ſie keine Angelhöhe. Denn da der Scheitelpunkt aller dieſer Gegenden in der Mittellinie liegt, und vom Scheitelpunkte bis zum Geſichtskreiſe nach allen Seiten zu ein Bogen von 90 Graden ſeyn muß, beide Angelpunkte aber um 90 Grade von der Mittellinie entfernt ſind; ſo müſſen beide im Geſichtskreiſe, und keiner von ihnen kann über demſelben erſcheinen.

2. Da ſich kein Stern denken läßt, der nicht zwiſchen beiden Angelpunkten des Himmels befindlich wäre, beide Angelpunkte aber hier im Geſichtskreiſe liegen; ſo müſſen alle Sterne ohne Ausnahme den Bewohnern dieſer Erdgegenden ſichtbar ſeyn, und ſich innerhalb vier und zwanzig Stunden um ſie herum bewegen.

3. Das ganze Jahr hindurch muß Tag und Nacht hier gleich ſeyn. Denn auf jeden Tag und für jeden Stand der Sonne in ihrer Bahn iſt der Kreis, welchen die Sonne durch die tägliche Bewegung um die Erde zu beſchreiben ſcheint, zur Hälfte über, zur Hälfte unter dem Geſichtskreiſe; folglich iſt jedesmal die Länge des Tages der Länge der Nacht gleich.

Ganz anders erſcheinen eben dieſelben Begebenheiten am Himmel denjenigen, die in der waagerechten Erdlage (Sphaera parallela) wohnen, das heißt, in einer derjenigen Gegenden, wo der Geſichtskreis mit der Mittellinie zuſammenfällt. Da der Geſichtskreis allenthalben um 90 Grade von dem Scheitelpunkte entfernt iſt; ſo kann dieſe Lage nur in denen Gegenden Statt finden, die um 90 Grade von der Mittellinie entlegen ſind, das heißt: an den beiden Angelpunkten der Erde und in den nahe bei ihnen im tief=

ſten Norden, oder im tiefſten Süden gelegenen Ländern; oder da, wo in einem von beiden Angelpunkten der Scheitelpunkt der Erdbewohner liegt.

1. Hier wird alſo nur ein einziger Angelpunkt des Himmels, und zwar im Scheitelpunkte, ſichtbar ſeyn; weil der zweite nicht um 90 Grad, ſondern um 180 Grad entfernt, und alſo völlig außer dem Geſichtskreiſe befindlich iſt.

2. Da ſich die Sterne entweder in der Mittellinie, oder mit der Mittellinie gleichlaufend in irgend einem Breitenkreiſe, um die Angelpunkte bewegen, und die Mittellinie den Geſichtskreis für dieſe Gegenden ausmacht; ſo werden alle Sterne für die Bewohner dieſer Gegenden mit ihrem Geſichtskreiſe gleichlaufend ihren Umlauf um den ihnen ſichtbaren Angelpunkt zu vollenden ſcheinen. Folglich wird kein aufgehender und kein untergehender Stern den Geſichtskreis durchſchneiden, ſondern diejenigen Sterne, welche für die Bewohner dieſer Gegenden einmal ſichtbar ſind, werden es immer bleiben: man wird in der nördlichen waagerechten Erdlage beſtändig alle in der nördlichen Halbkugel befindliche Sterne, in der ſüdlichen beſtändig alle in der ſüdlichen Halbkugel befindlichen über dem Geſichtskreiſe haben; aber nie einen Stern der ſüdlichen Hälfte des Himmels unter dem nördlichen Angelpunkte, und eben ſo wenig einen Stern aus der nördlichen Hälfte des Himmels unter dem ſüdlichen Angelpunkte erblicken.

3. Wenn die Sonne in den Widder tritt, ſo ſcheint ſie ihren täglichen Umlauf gerade in der Mittellinie zu vollenden, alsdann ſteigt ſie mit jedem Tage etwas weiter gegen Norden hinauf, aber vollbringt ihren täglichen Umlauf immer in Kreiſen, die mit der Mittellinie, oder mit dem Geſichtskreiſe der Innwohner der waagerechten Erdlage gleichlaufend ſind, bis ſie endlich im Wendekreiſe ihre höchſte nördliche Höhe von etwa $23\frac{1}{2}$ Grad über der Mittellinie, oder für die Bewohner der nördlichen waagerechten Erdlage eben ſo weit über dem Geſichtskreiſe derſelben erreicht; alsdann ſteigt ſie wieder in ähnlichen ſchraubenförmigen Kreiſen bis zur Mittellinie herab, und tritt in dieſelbe bei der herbſtlichen Nachtgleiche, wenn ſie in das Zeichen der Waage gelangt. Die Sonne bleibt alſo während der ganzen ſechs Monate vom 21ſten März bis zum 21ſten September ununterbrochen über dem Geſichtskreiſe derjenigen, die unter dem nördlichen Angelpunkte wohnen, und dieſe genießen alſo während dieſer Zeit eines einzigen durch keinen Augenblick von Nacht unterbrochenen Tages, der während unſers ganzen Frühlinges und Sommers fortdauert. So bald aber die Sonne, nach ihrem Eintritt in die Waage, ſich gegen Süden von der Mittellinie entfernt; ſo ſteht ſie unterhalb des Ge-

ſichtskreiſes der unter dem nördlichen Angelpunkte gelegenen Länder: während ſie ſich in den nächſten drei Monaten immer fort gegen Süden weiter hinabſenkt, bis ſie den Wendekreis des Steinbocks erreicht, und während ſie in den drei folgenden Monaten der Mittellinie wieder näher rückt, bis ſie beim Eintritte in den Widder, endlich wieder in dieſelbe und in den mit ihr zuſammenfallenden Geſichtskreis für die Inwohner der waagerechten Erdlage gelangt, iſt ſie für ein jedes bei dem nördlichen Angelpunkte befindliche Auge unter dem Geſichtskreiſe, und daher gänzlich unſichtbar geweſen. Die Anwohner des nördlichen Angelpunkts haben folglich eine, durch keinen Blick der Sonne ununterbrochene, Nacht von ſechs Monaten zu erdulden gehabt, während es in unſerer Gegend Herbſt und Winter war.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß ſich alle dieſe Erſcheinungen für die entgegengeſetzten Bewohner der waagerechten Erdlage unter dem ſüdlichen Angelpunkte eben ſo ereignen, wie wir ſie jetzt für die Bewohner des höchſten Nordens beſchrieben haben; nur daß ſie ſtets in die entgegengeſetzten ſechs Monate fallen. So bald beim nördlichen Angelpunkte der halbjährige Tag anbricht, beginnt für den ſüdlichen die halbjährige Nacht: nur auf den beiden Scheidepunkten, an den einzigen beiden Tagen, wo die Sonne in den Widder und in die Waage tritt, iſt ſie unter beiden Angelpunkten zugleich ſichtbar, um den einen auf ein halbes Jahr gänzlich zu verlaſſen, und den andern während eben dieſer Zeit ununterbrochen mit ihren Strahlen zu beglücken.

Dieſe Lage der Bewohner der waagerechten Erdlage ſo wohl beim nördlichen als beim ſüdlichen Angelpunkte mag auf den erſten Anblick ſehr traurig ſcheinen: bei genauer Erwägung aller damit verbundenen Umſtände verliert ſie indeſſen vieles von ihrem erſten ſchrecklichen Anſchein; ob ſie gleich für uns, die wir an eine minder langwierige Abwechſelung von Licht und Finſterniß gewöhnt ſind, immer nichts wünſchenswerthes hat.

Freilich muß, wenn wir an den bei uns ſo fühlbaren Wachsthum der Wärme während der langen Tage denken, wo die Sonne keine zwölf Stunden lang unter unſerm Geſichtskreiſe verweilt, natürlich die Beſorgniß entſtehen, daß die unter einem Angelpunkte gelegenen Länder durch eine ununterbrochene ſechsmonatliche Gegenwart der Sonne verſengt und verbrannt werden müſſen; allein ſie wird augenblicklich wieder verſchwinden, ſo bald wir uns daran erinnern, daß die Sonne ihren täglichen Umlauf in einer Richtung vollbringt, die mit der Mittellinie, und folglich mit dem Geſichtskreiſe der an einem Angelpunkte befindlichen Erdbewohner gleichlaufend iſt. Die Größe der Sommerhitze bei uns

rührt nicht bloß von der Länge der Sommertage, ſondern vorzüglich von dem Umſtande her, daß die Sonne alsdann ſo hoch über dem Geſichtskreiſe ſteht, und ſich unſerm Scheitelpunkte nähert: denn das Licht der Sonne wirkt immer ſchwächer, ſo wohl in Anſehung der Erleuchtung, als der Erwärmung, je ſchiefer die Richtung iſt, worin es einen Körper trifft. Daher ſchmelzt es den Schnee der ſchrägen Dächer und Berge, worauf es wegen ihrer Neigung weniger ſchief fällt, während der auf der Ebene ungeſchmolzen bleibt. Da nun die Sonne den Bewohnern der Angelpunkte niemals ſenkrecht über ihren Scheiteln ſteht ſondern nur ganz flach an ihrem Geſichtskreiſe niedrig vorbeiſtreift, und wenigſtens über 66 Grad von ihrem Scheitelpunkte entfernt bleibt; ſo iſt ſie wegen ihres ununterbrochenen Einfluſſes zwar hinlänglich kräftig, um Pflanzen, ſelbſt ziemlich nahe bei den Angelpunkten, zu erhalten, und daſelbſt Getraide zur Reife zu bringen; aber ihre Hitze wird nie ſo gewaltſam, daß ſie den Bewohnern der Angelländer unerträglich werden kann.

So wenig aber die Anwohner der Angelpunkte durch die immerwährende Wirkung der Sonnenſtrahlen während ihres halbjährigen Tages verbrannt werden; ſo ſehr hat die Natur durch andere Hülfsmittel dafür geſorgt, die Finſterniß ihrer langen Nacht abzukürzen, und ſo viel als möglich zu erhellen. Schon durch die Strahlenbrechung, vermöge deren jeder Stern, wenn er nicht gerade im Scheitelpunkte ſteht, durch die Brechung der von ihm kommenden Lichtſtrahlen in unſerm Luftkreiſe gegen die Erde zu, um etwas höher erſcheint, als er in der That iſt, und deren Wirkungen deſto ſtärker ſind, je näher ein Stern dem Geſichtskreiſe, und je dichter in der Gegend, von wo er geſehen wird, die Luft iſt, wird der Tag unter den Angelpunkten beträchtlich verlängert. Nach den bisherigen Beobachtungen ſoll dieſe Verlängerung über einen halben Monat betragen, ſo daß alſo die Sonne unter jedem Angelpunkte noch geſehen wird, wenn ſie in der That ſchon 14 Tage lang unter dem Geſichtskreiſe befindlich iſt, und eben ſo 14 Tage vorher, ehe ſie in der That den Geſichtskreis berührt. So wird alſo durch die Strahlenbrechung allein ſchon die ſechsmonatliche Nacht um einen ganzen Monat unter jedem Angelpunkte abgekürzt.

Wir wiſſen ferner, daß die Sonne auch bei uns nicht ſo plötzlich aufgeht oder untergeht, daß Tag und Nacht in einem einzigen Augenblicke auf einander folgen; ſondern daß der Uebergang von einem zum andern durch die Dämmerung vorbereitet wird. Schon vor dem wirklichen Aufgange der Sonne wird es hell, indem die Luft, von welcher die Erde umfloſſen iſt, Sonnenſtrahlen auffängt, welche ſonſt noch bei der Erdfläche vorbeigehen müßten, dieſe Strahlen bricht, und ſie vermittelſt der in ihr ſchwebenden Dünſte, Wolken

u. ſ. w. auf diejenigen Theile der Erdfläche zurückwirft, welche ſonſt noch in völligem Dunkel geblieben ſeyn würden. Eben ſo erhalten wir durch die Beihülfe unſers Luftkreiſes noch Licht von der Sonne, nachdem ſie ſelbſt ſchon untergegangen iſt. Die Sternkundigen haben durch genaue Beobachtungen gefunden, daß die Dämmerung anfange oder aufhöre, wenn die Sonne um 18 Grade ſenkrecht unter dem Geſichtskreiſe eines Orts befindlich iſt. Nun liegt aber der Geſichtskreis der Angelpunktsländer in der Mittellinie, und die Sonne entfernt ſich, wenn ſie gegen Norden oder gegen Süden fortrückt, nur ſehr allmählig von derſelben, weil ſie innerhalb drei Monaten, bis zu ihrem größten Abſtande nur um $23\frac{1}{2}$ Grad ſenkrecht von ihr abſteht. Daher kann es nur eine ſehr kurze Zeit dauern, daß ſie um mehr als 18 Grade gegen Norden oder Süden ſenkrecht von der Mittellinie entfernt iſt, welches zur gänzlichen Verſchwindung der Dämmerung nöthig ſeyn würde: und ſo kann man begreifen, warum unter jedem Angelpunkte die Abenddämmerung nach dem halbjährigen Tage noch beinahe zwei Monate dauert, und warum ſchon zwei Monate vor dem eigentlichen Anfangspunkte des neuen Tages im folgenden Jahre die Morgendämmerung daſelbſt anbricht.

Vermöge der Strahlenbrechung und der Dämmerung dauert alſo die vollkommene finſtere Nacht unter den Angelpunkten nicht viel über einen Monat. Aber auch von dieſem muß man noch die Hälfte abrechnen. Denn ſo wie die Sonne die Hälfte ihres jährlichen Umlaufs ununterbrochen über dem Geſichtskreiſe jedes Angelpunkts zubringt; ſo verhält es ſich auch nicht anders mit dem Monde. Auch dieſer iſt bei jedem Umlauf um die Erde während der Hälfte deſſelben unter den Angelpunkten ununterbrochen ſichtbar. Dieſer vierzehntägige Mondſchein wird alſo die Hälfte des ganz finſteren Monats mit ſeinem ſanften Lichte beſtrahlen, und während der vier Monate der Dämmerung jedesmal die eine Hälfte derſelben heller machen als die zweite.

Zu allen dieſen Erleichterungsmitteln, wodurch die halbjährige Finſterniß unter den Angelpunkten den größten Theil ihres Schrecklichen verliert, kommt nun noch die unter dem nördlichen Angelpunkte ſehr häufige Erſcheinung der Nordlichter, wodurch der Himmel dort einen ſo hellen Glanz bekommt, als wenn er mit einer ungeheuern von Rubinen und Saphiren funkelnden Decke bekleidet wäre. Auch in der Gegend des ſüdlichen Angelpunkts hat man in neueren Zeiten ähnliche Erſcheinungen, obwohl etwas ſchwächer, bemerkt, die man Südlichter nennt.

Endlich muß man bedenken, daß dieſe ſechsmonatliche Abweſenheit der Sonne nur die

Angelpunkte ſelbſt trifft, und daß dieſe lange Nacht mit der Entfernung von den Angelpunkten immer kürzer wird; daß aber unter den Angelpunkten ſelbſt wahrſcheinlich kein Land, wenigſtens kein bewohntes Land liegt.

Zwiſchen dieſen ſo entgegengeſetzten Erſcheinungen in der ſenkrechten und waagerechten Erdlage, halten diejenigen gewiſſermaßen die Mitte, welche man in der ſchiefen Erdlage (sphaera obliqua) bemerkt. Aus dem vorigen iſt klar, daß ſich diejenigen in dieſer Erdlage befinden, deren Geſichtskreis weder mit einem Mittagskreiſe noch mit der Mittellinie zuſammenfällt, ſondern ſo wohl gegen jene als gegen dieſe eine ſchiefe Richtuug hat; ſo daß Sonne, Mond und Sterne weder ſenkrecht in ihrem Geſichtskreiſe auf- und untergehn, noch ſich in einem mit denſelben gleichlaufenden Kreiſe um ihren Scheitelpunkt bewegen, und folglich alle Himmelskörper ſchräge und in ſchiefen Winkeln aus dem Geſichtskreiſe hervorgehn, und in ähnlicher Richtung unter denſelben hinabſteigen; und daß dieſes die Lage aller derer ſeyn müſſe, die weder unter oder neben der Mittellinie, noch unter oder neben einem der beiden Angelpunkte wohnen, folglich auf dem bei weitem größeſten Theile der Erde. Die Theilnehmer der ſchiefen Erdlage werden folgende ihnen eigenthümliche Erſcheinungen am Himmel beobachten.

1. Einer der beiden Angelpunkte iſt beſtändig über, der andere unter ihrem Geſichtskreiſe. Dieſe Erſcheinung iſt ihnen mit den Bewohnern der waagerechten Erdlage gemein; aber ſie unterſcheidet ſich dadurch, daß keiner der beiden Angelpunkte in ihrem Scheitelpunkte iſt. Die nördlichen Bewohner der ſchiefen Erdlage werden bloß den nördlichen, die ſüdlichen bloß den ſüdlichen Angelpunkt des Himmels, und zwar deſto näher am Geſichtskreiſe erblicken, je näher ſie an der Mittellinie und je weiter ſie folglich von einem Angelpunkte der Erde entfernt wohnen. In eben demſelben Verhältniß wird ihnen auch der Aufgang und Untergang der Himmelskörper mehr ſenkrecht und weniger ſchief erſcheinen.

2 Einige Sterne werden den Bewohnern dieſer Erdlage beſtändig über dem Geſichtskreiſe erſcheinen: nämlich alle diejenigen, die dem für ſie ſichtbaren Angelpuncte ſo nahe ſind, daß ihre Entfernung von demſelben ſamt der Angelhöhe, oder ihre Entfernung vom Scheitelpunkte, nicht über 90 Grad beträgt: ſo iſt für uns in Berlin z. B. der ganze große und kleine Bär das ganze Jahr hindurch wegen ihrer Nähe an dem uns ſichtbaren nördlichen Angelpunkte, beſtändig ſichtbar. Dagegen gehen den Bewohnern dieſer Erdlage andere Sterne niemals auf: diejenigen nämlich, welche dem unſichtbaren Angelpunkte ſo nahe ſind, daß ſie niemals den Geſichtskreis erreichen. Andere endlich, und zwar

die meiſten, die zwiſchen den beiden jeßt angeführten Arten liegen, gehen alle 24 Stunden (bei Tage oder bei Nacht) auf und unter. Es bedarf keiner Erklärung, woher es komme, daß die Anzahl der für die Bewohner der ſchiefen Erdlage ſichtbaren Sterne in eben dem Maße zunimmt, je näher ſie an der Mittellinie wohnen.

3. Die Bewohner dieſer Lage haben nur zweimal in jedem Jahre Tag und Nacht gleich, wenn nämlich die Sonne, bei ihrem Eintritt in den Widder und in die Waage ihren ſcheinbaren täglichen Umlauf um die Erde in der Mittellinie des Himmels vollbringt. Wenn die Sonne vom Widder her ſich nördlich von der Mittellinie entfernt, ſo wird der Bogen, den ſie oberhalb des Geſichtskreiſes der nördlichen Bewohner der ſchiefen Lage beſchreibt, mit jedem Tage größer, als der unter dem Geſichtskreiſe beſchriebene Theil ihres Kreiſes; folglich werden alsdann die Tage hier länger und die Nächte kürzer. Dieß geht ſo fort, bis die Sonne den Krebs erreicht, wo ſie für die nördlichen Bewohner der ſchiefen Lage den längſten Tag und die kürzeſte Nacht macht. Dann nimmt die Ungleichheit der Tage und Nächte wieder eben ſo ab, wie ſie vorher zugenommen hatte, bis die Sonne wieder beim Eintritte in die Waage, die Mittellinie erreicht und zum zweitenmal in unſerm Herbſte Tag und Nacht gleich macht. Nachher fängt ſie an, bei ihrer Entfernung von der Mittellinie gegen Süden zu, ſich länger unter als über unſerm Geſichtskreiſe zu verweilen: die Nächte werden länger und die Tage kürzer, bis ſie endlich, beim Eintritte in dem Steinbock, für uns die längſte Nacht und den kürzeſten Tag macht. Vom Steinbock an bis zum Eintritte in den Widder nehmen dann wieder die Nächte ab und die Tage zu.

Was wir hier in Anſehung der Länge der Tage und Nächte für die nördlichen Bewohner der ſchiefen Erdlage angeführt haben, muß ebenfalls von den ſüdlichen, nur in entgegengeſeßter Zeit gelten. Während dort die Nächte an Länge abnehmen, müſſen hier die Tage kürzer werden; und eben ſo müſſen die Tage hier wachſen, ſo wie dort die Nächte an Länge zunehmen. Nur die Zeit der Tag- und Nachtgleiche haben die nördlichen und ſüdlichen Bewohner der ſchiefen Erdlage mit einander gemein: während der Zeit aber, daß es bei den einen Frühling und Sommer iſt, tritt bei den andern der Herbſt und der Winter ein.

IX.

Von der Abtheilung der Erde nach Erdſtrichen (Zonen.)

Man verſteht unter Erdſtreifen, Erdſtrichen, Erdgürteln, (Zonen) diejenigen Theile

der Erdfläche, worin ſie durch die beiden Angelkreiſe und durch die beiden Wendekreiſe abgetheilt wird. Es kann daher nicht mehr als fünf Abtheilungen dieſer Art auf der Erdfläche geben: dieß ſind nämlich 1) derjenige Streif der Erdfläche, der zwiſchen beiden Wendekreiſen liegt, und welchen die Mittellinie gerade in zwei Hälften trennt. 2) derjenige, welcher zwiſchen dem nördlichen Wendekreiſe und dem nördlichen Angelkreiſe, 3) derjenige, welcher eben ſo zwiſchen dem ſüdlichen Wendekreiſe und dem ſüdlichen Angelkreiſe, 4) der Theil der Erdfläche, welcher von dem nördlichen Angelkreiſe allenthalben bis an den nördlichen Angelpunkt, und 5) derjenige, welcher eben ſo von dem ſüdlichen Angelkreiſe bis zum ſüdlichen Angelpunkte ſich befindet. Den erſten Erdſtreif nennt man auch den heißen, den zweiten und dritten, die beiden gemäßigten, und endlich den vierten und fünften die beiden kalten Erdſtriche. Die Gründe dieſer Benennungen werden durch eine genauere Betrachtung derſelben bald einleuchtend werden.

1. Von dem heißen Erdſtriche. (Zona torrida).

Der heiße Erdſtrich liegt an beiden Seiten der Mittellinie bis zum Wendekreiſe des Krebſes und des Steinbocks. Da jeder Wendekreis etwa um $23\frac{1}{2}$ Grad von der Mittellinie entfernt iſt; ſo beträgt die Breite dieſes Erdſtreifes allenthalben ohngefähr 47 Grad oder 705 Meilen: die ganze Fläche deſſelben iſt auf 3701158 Flächenmeilen, und alſo auf $\frac{398}{1000}$ oder beinahe $\frac{2}{5}$ der ganzen Erdfläche berechnet. In dieſem Erdſtriche liegen das ſüdliche Aſien, die Mitte von Afrika und Amerika, ein großer Theil von Neuholland und viele Inſeln des Südmeers. Die Eigenthümlichkeiten dieſes Erdſtrichs ſind folgende:

a) In Anſehung der Wärme und Kälte verdient dieſer Erdſtrich den Namen des heißen mit Recht. Der Grad der von den Sonnenſtrahlen hervorgebrachten Wärme hängt, wie ich oben bemerkt habe, von der mehr oder minder ſenkrechten Richtung derſelben am meiſten ab; nun ſteht die Sonne beſtändig zwiſchen den Wendekreiſen des Himmels; folglich für alle zwiſchen den Wendekreiſen der Erde liegende Orte, entweder im Scheitelpunkt, oder doch nicht weit davon; daher müſſen ihre ſenkrechten oder faſt ſenkrechten Strahlen in dieſen Gegenden einen weit höhern Grad der Hitze, als ſonſt irgendwo hervorbringen. Allein die faſt durchaus gleiche Länge der Tage und Nächte, wegen welcher die Sonne nicht ſo lange, wie bei uns, über dem Geſichtskreiſe dieſer Gegenden weilen kann, und jeden Morgen eine durch eine faſt zwölfſtündige Nacht abgekühlte Luft zu erwärmen findet, ferner die Lage der hohen Gebirge und des Weltmeers, der oft anhaltende Regen, der be-

ſtändige Oſtwind, und andere Urſachen, mildern die Hitze an den meiſten Orten dieſes Erdſtreifes gar ſehr, und machen ihn dadurch bewohnbarer.

b) In Anſehung der Jahreszeiten zeigen ſich in dieſem Erdſtreife ſonderbare Erſcheinungen und Verſchiedenheiten; denn

1. die Anwohner der Mittellinie zählen jede Jahreszeit doppelt, ſo daß ſie während unſers Jahrs zwei Frühlinge, zwei Sommer, zwei Herbſte, und zwei Winter haben. Beſtimmte Begriffe von den Jahreszeiten überhaupt werden die Möglichkeit dieſer Erſcheinungen begreiflich machen. Wir haben nämlich Frühling, während ſich die Sonne in ihrer mittlern Höhe über unſerm Geſichtskreiſe befindet, und ſich immer mehr bis zu demjenigen Punkte erhebt, wo ſie für uns am höchſten ſteht: wir haben Sommer, während ſie dieſen höchſten Punkt erreicht hat, und nun wieder bis zu ihrer mittleren Höhe hinabſteigt: wir haben Herbſt, während ſie von ihrer mittleren Höhe, bis zu demjenigen Punkte ſich hinabſenkt, wo ſie am wenigſten über unſern Geſichtskreis erhaben iſt: wir haben endlich Winter, während die Sonne von ihrem niedrigſten Stande wieder bis zu ihrer mittleren Höhe hinanſteigt. Dem Anwohner der Mittellinie nun ſteht die Sonne in jedem Jahre zweimal am höchſten; denn ſie ſteht beidemal in ſeinem Scheitelpunkt, wenn ſie den Widder oder die Waage erreicht: folglich hat er zweimal jährlich den höchſten Sonnenſtand, oder den Sommer. Eben ſo ſteht die Sonne zweimal in jedem Jahre von ihm am weiteſten entfernt; und er hat folglich, wenn ſie in den Krebs und wenn ſie in den Steinbock, als die beiden äußerſten Ziele ihrer Entfernung von der Mittellinie, tritt, ſeinen zweifachen Winter. Bei dieſem doppelten jährlichen Uebergange der Sonne von ihrem höchſten zu ihrem niedrigſten Stande muß ſie nothwendig zweimal der größten Höhe und zweimal der größten Tiefe näher kommen, und in der Mitte dieſes Weges bildet ſie alſo zwei Frühlinge und zwei Herbſte.

2. Diejenigen, welche nicht weit von der Mittellinie oder näher an einem der beiden Wendekreiſe leben, haben nur einmal Winter und Herbſt, aber zweimal Sommer und Frühling in jedem Jahre. Geſetzt, ein Ort liegt unter 13° nördlicher Breite; ſo iſt die Sonne nur einmal am weiteſten von ihm entfernt, nämlich wenn ſie in den ſüdlichen Wendekreis tritt: es giebt hier daher nur Einen Winter, und alſo auch nur Einen Herbſt. Aber zweimal iſt die Sonne eben dieſem Orte am nächſten, weil ſie einmal durch ſeinen Scheitelpunkt geht, ehe ſie den nördlichen Wen-

dekreis erreicht, und zum zweitenmal, wenn ſie von dieſem wieder zu der Mittellinie zurückkehrt: für den angenommenen Fall geſchieht dieß, wenn ſie in den fünften Grad des Stiers und in den ſechs und zwanzigſten des Löwen tritt. Dieſer zweifache höchſte Stand der Sonne giebt einen doppelten Sommer, und folglich der Uebergang zu demſelben nothwendig einen doppelten Frühling.

3. Die Grenzbewohner des heißen Erdſtriches haben die Jahreszeiten eben ſo wie die Bewohner der gemäßigten.

Ueberhaupt muß man nicht glauben, daß die Unterſchiede der Jahreszeiten in den heißen Erdſtreifen eben ſo ſtark, wie bei uns, in die Augen fallen. Der Winter zeichnet ſich weniger durch merkliche Kälte als durch Regen aus, und die Verdoppelung der Jahreszeiten erhöht die Fruchtbarkeit, und verdoppelt die Zahl der jährlichen Ernten.

2. **Die beiden gemäßigten Erdſtreifen** (Zonae temperatae) ſind diejenigen Theile der Erdfläche, welche zwiſchen den Wendekreiſen und Angelkreiſen liegen. Da es zwei Wendekreiſe und zwei Angelkreiſe giebt; ſo muß es auch zwei gemäßigte Erdſtreifen geben, den **nördlichen** und den **ſüdlichen**. Die Wendekreiſe ſind beinahe um $23\frac{1}{2}$ die Angelkreiſe folglich ohngefähr um $66\frac{1}{2}$ Grad von der Mittellinie entfernt: daher beträgt die Breite jedes gemäßigten Erdſtrichs allenthalben etwas über 43° oder 645 Meilen: der Flächeninhalt eines jeden aber macht 2405462 Flächenmeilen, alſo $\frac{260}{1000}$, oder etwas mehr als $\frac{1}{4}$ der ganzen Erdfläche. Im nördlichen gemäßigten Erdſtriche liegt der größte Theil alles veſten Landes, nämlich faſt ganz Europa, der größte Theil von Aſien, der breiteſte Theil von Afrika und ein Theil von Nordamerika: im ſüdlichen liegen, außer einem Theile von Neuholland, mehrere Inſeln des Südmeers, die Südſpitze von Afrika und einige Länder von Südamerika.

a) **In Anſehung der Wärme und Kälte** heißt dieſer Erdſtrich eben darum der **gemäßigte**, weil die Bewohner deſſelben täglich die Sonne ſehn, und es alſo niemals übermäßig **kalt** darin werden kann, und weil ſie zugleich dadurch vor einer gar zu großen **Hitze** geſichert werden, daß die Sonne ihnen niemals in ihrem Scheitelpunkte erſcheint. Diejenigen Länder darin, welche den heißen Erdſtreifen am nächſten liegen, haben natürlich die meiſte, ſo wie diejenigen, welche dem kalten Erdſtriche am nächſten gelegen ſind, die wenigſte Wärme.

b) **In Anſehung der Jahreszeiten** giebt es hier den regelmäßigen Wechſel von Frühling, Sommer, Herbſt und Winter in jedem Jahr; doch ſo, daß der ſüdliche und

nördliche gemäßigte Erdſtreif immer um zwei Jahreszeiten in der Aufeinanderfolge von einander abweichen; indem es in dem einen immer Frühling und Sommer zu eben der Zeit iſt, wo der andere Herbſt und Winter hat. Die wärmere Jahreszeit in dem nördlichen, und die kältere in dem ſüdlichen gemäßigten Erdſtreifen findet Statt, wenn die Sonne aus der Mittellinie gegen den nördlichen Angelpunkt zu vorwärts bis zu dem Krebſe fortrückt, und ſich allmälig wieder von hier bis zur Mittellinie herabſenkt; ſo wie die entgegengeſetzten Jahreszeiten für dieſe beiden Erdſtreifen erfolgen, wenn die Sonne aus der Mittellinie nach dem ſüdlichen Wendekreiſe des Steinbocks fortſchreitet, und ſich von hier aus wieder der Mittellinie nähert.

3. Die beiden kalten Erdſtriche (Zonae frigidae) ſind diejenigen Stücke der Erdfläche, welche von den Angelkreiſen eingeſchloſſen werden, und die Angelpunkte der Erde in ihrer Mitte haben: es giebt folglich einen nördlichen und einen ſüdlichen kalten Erdſtrich. Da die Angelkreiſe überall um beinahe $23\frac{1}{2}$ Grad von den Angelpunkten abſtehn: ſo beträgt die Breite dieſer Erdſtriche allenthalben faſt $23\frac{1}{2}$ Grad, oder für beide zuſammen 695 Meilen, die Fläche eines jeden aber iſt auf 384924 Flächenmeilen berechnet, ſo daß er $\frac{41}{1000}$ der ganzen Erdfläche ausmacht. Im nördlichen kalten Erdſtriche liegen die nördlichſten Küſten von Sibirien und Lappland, nebſt dem größten Theile von Grönland: der ſüdliche hingegen iſt, ſo viel wir wiſſen, mit beſtändigem Eiſe bedeckt, und nur ein einzigesmal vom Capitain Cook, auf ſeiner zweiten Reiſe, zum Theile beſchifft worden.

a) In Anſehung der Kälte und Wärme heißen dieſe Erdſtriche darum die kalten, weil die Sonne hier theils noch weit ſchräger als in den gemäßigten Erdſtreifen aufgeht und ihre Strahlen alſo nur eine ſehr geringe Wärme hervorbringen können; theils darum, weil ihnen die Sonne, während mehrerer Tage, und zwar unter den Angelpunkten ſelbſt während ganzer ſechs Monate, gar nicht erſcheint; ſo daß die erſtarrende Kälte dieſer Gegenden alsdann durch nichts gemildert wird. Durch die anhaltende Verweilung der Sonne über dem Geſichtskreiſe, in der Sommerzeit jedes kalten Erdſtrichs, wird zwar die von ihrem tiefen Stande herrührende geringe Wirkung beträchtlich verſtärkt: allein dennoch ſind dieſe Länder, weil die eigentliche Sommerwärme von keiner langen Dauer iſt, keines beträchtlichen Anbaues fähig, die Bäume verkrüppeln dort zu Geſträuchen, und das Getraide kommt daſelbſt nicht gut fort. Deshalb iſt ein ſo hoher Grad von ſo langwieriger Kälte in jedem Jahre für wenige menſchliche und thieriſche Körper erträglich, wenn ſie nicht

etwa in dieſem Erdſtriche einheimiſch und von Natur oder durch die früheſte Gewohnheit dagegen abgehärtet ſind.

b) In Anſehung der Jahreszeiten verhält ſich hier Alles eben ſo, wie in den gemäßigten Erdſtreifen: in dem nördlichen kalten Erdſtriche iſt Frühling und Sommer, Herbſt und Winter, wenn eben dieſe Jahreszeiten in dem nördlichen gemäßigten Erdſtreifen ſind; und eben ſo haben der ſüdliche kalte, und der ſüdliche gemäßigte Erdſtrich ſtets einerlei Jahreszeiten.

Damit ſich die Leſer von den Eigenſchaften der verſchiedenen Erdſtriche und von den Urſachen derſelben einen deſto vollſtändigern Begriff machen; ſo erinnere ich diejenigen, die es nicht ſelbſt ſchon bemerkt haben mögten, daß in dem heißen Erdſtriche die ſenkrechte, in den beiden gemäßigten die ſchiefe, und in den beiden kalten die waagerechte Erdlage Statt findet.

Auch kann ich eine ſehr gütige Einrichtung der Natur nicht unbemerkt laſſen, wodurch ein ſo großer Theil der Erdfläche, als nur möglich war, mit Bequemlichkeit bewohnbar geworden iſt. Wenn man nämlich die ganze Oberfläche der Erde in tauſend gleiche Theile theilt: ſo kommen davon

auf den heißen Erdſtreifen — — — — 398
auf die beiden gemäßigten — — — — 520
und auf die beiden kalten Erdſtriche — — 82 ſolcher Theile.

Die zum Anbau vorzüglich tauglichen gemäßigten Erdſtreifen machen alſo allein über die Hälfte, der heiße, aber durch die Fürſorge der Natur für den Anbau und für die bequeme Ausdauer der Menſchen hinlänglich abgekühlte, Erdſtreif macht noch $\frac{2}{5}$, und die unbequemſten kalten Erdſtriche machen noch nicht einmal $\frac{1}{10}$ des ganzen aus. Die Größe derſelben hängt von der ſchiefen Lage der Sonnenbahn gegen die Mittellinie ab. Fielen dieſe beiden Kreiſe zuſammen; ſo würde die Wärme von der Mittellinie gegen die Angelpunkte zu immer geringer werden: und da die Täge und Nächte alsdann beſtändig auf der ganzen Erde gleich wären; ſo würde die Sonne in den von der Mittellinie entfernten Gegenden niemals lange genug verweilen, um eine beträchtliche Wärme hervorzubringen: nur ein geringer Theil der Erde würde einer gemäßigten Kälte und Wärme genießen: es würde im ganzen unter der Mittellinie etwas heißer und gegen die Angelpunkte zu viel kälter ſeyn als jetzt. Durchſchnitte die Sonnenbahn hingegen die Mittellinie in einem rechten Winkel; ſo würde es zwar unter jedem Angelpunkte viel wärmer ſeyn, als jetzt: allein die

Hiße würde auch daſelbſt unerträglich werden, weil die Sonne in der Mitte ſeines halbjährigen Tages zugleich in ſeinem Scheitelpunkte ſtände. Anſtatt daß jeßt die Gegenwart und Abweſenheit der Sonne in den Gegenden, wo ſie dem Scheitelpunkt nahe kommt, auf jeden Tag ziemlich gleich vertheilt, und ihre Wirkung dadurch gemildert wird, könnte man, wenn die Erdbahn in einem Mittagskreiſe läge, nur zweymal jährlich, ſelbſt unter der Mittellinie, Tag und Nacht gleich haben. Während die Sonne von dem Widderpunkte bis zum nördlichen Angelpunkte hinaufſtiege, würde ihr durch keine Nacht unterbrochenes Wirken das Land in der Nähe deſſelben eben ſo ſehr ausdörren und verſengen, wie es hernach, wenn ſie ihre Gluth durch die Waage nach dem ſüdlichen Angelpunkte hinabtrüge unter einer erſtarrenden Kälte begraben liegen würde. Der jeßigen mittleren Neigung der Erdbahn gegen die Mittellinie verdanken wir es alſo vorzüglich, daß bei weitem der größte Theil der Erdfläche ein bequemer Wohnplaß für Menſchen, Thiere und Pflanzen iſt.

X.

Von der Dauer des längſten Tages in den verſchiedenen Erdgegenden.

Aus den vorigen Abſchnitten iſt klar, daß die Dauer des längſten Tages an verſchiedenen Orten ſehr ungleich iſt. Wir haben geſehen, daß unter der Mittellinie Tag und Nacht beſtändig gleich ſind, und alſo der längſte Tag keine Minute über die Mittellänge eines Tages, oder über 12 Stunden dauern kann. Wir haben auch bemerkt, daß die Dauer des längſten Tages immer mehr zunimmt, je weiter eine Gegend von der Mittellinie entfernt liegt, indem die Sonne unter den Angelkreiſen während ganzer 24 Stunden, und unter den Angelpunkten ſelbſt innerhalb voller ſechs Monate nicht untergeht. Hieraus ergeben ſich zwar einige Beſtimmungen über die Dauer des längſten Tages; doch kann man ſie nach den weitläuftigen Unterſchieden zwiſchen zwölf und vier und zwanzig Stunden, oder gar zwiſchen einem Tage und ſechs Monaten nur ohngefähr angeben. Die alten Erdbeſchreiber haben daher ſchon die Entfernung zwiſchen der Mittellinie und den Angelkreiſen zu dieſem Behufe in kleinere Abtheilungen eingetheilt, deren jede an ihrer Grenze den längſten Tag um eine halbe Stunde länger hat, als diejenige, welche näher nach der Mittellinie zu liegt. Da der längſte Tag unter den Angelkreiſen um zwölf Stunden länger iſt als unter der Mittellinie; ſo mußten bis zu den Angelkreiſen nach dieſer Eintheilung 24 ſolcher Breitenkreiſe, die aber ungleich weit von einander liegen, gezählt werden.

Sie nannten dieſe Abtheilungen Klimata, und man weiß hiernach alſo, daß z. B. ein Ort, wo der längſte Tag 16½ Stunde beträgt, in das neunte Klima fällt, und daß umgekehrt an einem Orte, der z. B. im ſiebzehnten Klima liegt, der längſte Tag zwiſchen 20 und 20½ Stunde lang iſt; aber die Hauptſchwierigkeit iſt, aus der Breite oder der Angelhöhe eines Orts zu beſtimmen, in welchem Klima er liege. Dazu dient die ſogleich folgende Tafel, bei der ich nur noch bemerke, daß man zu den vier und zwanzig erſtgenannten Klimaten zwiſchen der Mittellinie und den Angelkreiſen, noch ſechs andere für die Entfernung von den Angelkreiſen bis zu den Angelkpunkten hinzugefügt hat, in welchen man diejenige Breite angiebt, unter welcher der längſte Tag wieder um einen Monat länger geworden iſt; ſo daß man zuſammen dreißig Klimata zählt. Da die Ungleichheit des längſten Tages, wie wir geſehen haben, von der Neigung der Erdbahn gegen die Mittellinie abhängt, und dieſe Neigung ſelbſt ſich, wenn gleich ſehr langſam, verändert; ſo kann eine ſolche Tafel nur für einen beſtimmten Grad der Schiefe der Erdbahn, und folglich nur für einen beſtimmten Zeitpunkt richtig ſeyn. Aus den Berechnungen über die Urſache dieſer Schiefe, oder über die Einwirkungen der übrigen zu unſerm Sonnenſyſtem gehörigen Himmelskörper auf die Schiefe der Erdbahn, ergiebt ſich, daß dieſe Schiefe zwiſchen 28° 6′ und 28° 52′ auf alle Ewigkeit, und für die 65000 Jahre von 29958 vor, bis zu 34986 nach dem Anfange der gewöhnlichen Zeitrechnung, zwiſchen 20° 34′ und 27° 48′ eingeſchloſſen iſt. Für dieſen Zeitraum beträgt folglich ihre mittlere Schiefe 24° 11′, von welcher ſie jetzt, wo ſie nach den neueſten Beobachtungen 23° 27′ 51″ beträgt, um 43′ 9″ ins Kleinere abweicht. Da die Verringerung dieſer Schiefe jährlich noch keine Secunde beträgt, ſo wird die folgende Tafel der Klimate, bei welcher ihre Größe von 23° 27′ 50″ angenommen iſt, einen ziemlichen Theil des künftigen Jahrhunderts hindurch ohne merklichen Fehler gebraucht werden können.

Tafel

für die dreißig Klimate, worin die letzte Gränze eines jeden angegeben iſt.

Klimâ.	Breite oder Angelhöhe.		längſter Tag		kürzeſter Tag.		
I.	8 Grad	34 Minuten	12½	Stunden.	11½	Stunden.	
II.	16°	51′	13	—	11	—	
III.	24°	12′	13½	—	10½	—	
IV.	30°	48′	14	—	10	—	
V.	36°	31′	14½	—	9½	—	
VI.	41°	24′	15	—	9	—	
VII.	45°	32′	15½	—	8½	—	
VIII.	49°	3′	16	—	8	—	
IX.	52°	0′	16½	—	7½	—	
X.	54°	31′	17	—	7	—	
XI.	56°	39′	17½	—	6½	—	
XII.	58°	27′	18	—	6	—	
XIII.	60°	0′	18½	—	5½	—	
XIV.	61°	19′	19	—	5	—	
XV.	62°	26′	19½	—	4½	—	
XVI.	63°	23′	20	—	4	—	
XVII.	64°	10′	20½	—	3½	—	
XVIII.	64°	50′	21	—	3	—	
XIX.	65°	22′	21½	—	2½	—	
XX.	65°	48′	22	—	2	—	
XXI.	66°	3′	22½	—	1½	—	
XXII.	66°	21′	23	—	1	—	
XXIII.	66°	30′	23½	—	½	—	
XXIV.	66°	32′	24	—	0	—	
XXV.	67°	25′	1	Monat.	Nacht	1 Mon. lang	
XXVI.	69°	57′	2	—	—	2 —	—
XXVII.	73°	52′	3	—	—	3 —	—
XXVIII.	78°	58′	4	—	—	4 —	—
XXIX.	84°	38′	5	—	—	5 —	—
XXX.	90°	—	6	—	—	6 —	—

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Aus dem obigen iſt klar, daß dieſe Ungleichheiten zwiſchen dem längſten und kürzeſten Tage völlig gleich ſeyn müſſen, man mag die nördliche oder ſüdliche Halbkugel betrachten; wenn man nur auf beiden gleiche Grade der Breite annimmt, und nicht vergißt, daß in der einen die Tage im Zunehmen ſind, während ſie in der andern abnehmen, und daß alſo jede Gegend im Süden den kürzeſten Tag hat, wenn ſich das mit ihr unter gleicher nördlicher Breite gelegene Land des längſten Tages erfreut.

XI.

Von den Maaßen auf der Erde.

Da man ſich in der Angabe der Entfernungen auf der Erde gewöhnlich desjenigen Maaßes bedient, welches in der Gegend, wo man zu meſſen hat, am häufigſten gebraucht wird, und da dieſe Maaße unendlich verſchieden ſind, ſo iſt es nothwendig, die wichtigſten davon kennen zu lernen, um jede Angabe nach irgend einem Maaße in ein anderes, das uns geläufiger oder bequemer iſt, übertragen zu können.

Die Einheit welche bei allen Maaßen, deren man ſich zur Beſtimmung der Entfernungen bedient, zum Grunde liegt, iſt der Schuh oder Fuß: allein weder die Eintheilung deſſelben in ſeine Untermaaße, noch die Größe des Fußes ſelbſt, noch die zu irgend einer größeren Einheit des Maaßes erforderliche Anzahl davon, iſt in mehrerern Ländern gleich; ſo gewiß auch eine ſolche Gleichheit des Längenmaaßes, ſo wie nicht weniger die Einförmigkeit der körperlichen Maaße, der Gewichte und der Münzen, wichtige und allgemeine Vortheile für das ganze menſchliche Geſchlecht hervorbringen würde.

Man würde ſich wahrſcheinlich über ein allgemeines Fußmaaß längſt vereinigt haben, wenn es nur nicht ſo ſchwierig wäre, eine ganz beſtimmte und unveränderliche Einheit auszumitteln, womit man allenthalben irgend ein gegebenes Längenmaaß vergleichen könnte. Schon beim erſten Urſprunge menſchlichen Verkehrs mußte ſich das Bedürfniß von Maaßen und Gewichten ſehr laut ankündigen; aber in den Zeiten einer geringen Bildung kam es mehr auf ein Maaß an, das man zu allen Zeiten ſogleich in ſeiner Gewalt hatte, als auf eine ſonderliche Genauigkeit deſſelben. Man wählte daher die Größe irgend eines Theils vom menſchlichen Körper, die Länge des Vorderarms, die Weite einer Klafter, die Breite eines Daumens, am gewöhnlichſten aber die Länge eines Schrittes oder des Fußes von einem vollkommen ausgewachſenen Manne, zur Einheit, um andre Gegenſtände, deren

Länge man meſſen wollte, damit zu vergleichen. Je mehr es aber bei fortſchreitender Bildung auf Genauigkeit im Meſſen ankam, deſto mehr mußte man fühlen, daß die zum Grunde gelegte Einheit wohl zu einer rohen, ungefähren Schätzung, keineswegs aber zu einer ſcharfen Beſtimmung hinreiche. Wenn die Länge des Fußes bei verſchiedenen neben einander lebenden Menſchen auch viel übereinſtimmender wäre, als ſie in der That iſt, was bürgt uns dafür, daß ſie in allen Ländern und zu allen Zeiten ſich gleich bleibt? Wenn man nun eine allmählige Abnahme in den körperlichen Kräften bei einem in ſeiner Verfeinerung fortſchreitenden Volke zu finden glaubte, hätte das nicht auf den Gedanken eines allmählig kleiner werdenden Menſchenſtamms führen müſſen, wodurch dann alle Angaben von ehemals gemeſſenen Längen ganz unſicher geworden wären? Eben dieſe Mannigfaltigkeit und Unbeſtimmtheit der Größe, die ſich beim Menſchenfuße findet, trifft man in allen Erzeugniſſen der Natur an: in dem ganzen weiten Umfange aller Naturreiche findet ſich kein einziges Weſen, und kein Theil deſſelben, der immer und überall eine gleiche, ganz unveränderliche Länge hätte.

Dieſer Bemerkung wegen hatte man es ſchon aufgegeben, ein von der Natur vorgeſchriebenes veſtes Maaß ausfindig zu machen, als man entdeckte, daß ein Pendel von beſtimmter Länge ſeine Schläge in beſtimmten Zeiten wiederhohle. Man konnte mit Recht die Umdrehung der Erde um ihre Achſe als eine unveränderliche von der Natur beſtimmte Zeit anſehn, und man dürfte alſo nur an jedem Orte die Länge eines Pendels durch die Erfahrung beſtimmen, welches innerhalb eines Tages genau 86400 Secunden ſchlüge: ſo hätte man auf der ganzen Erde einerlei Maaß einführen können, ohne es ſich einander mitzutheilen. Wenn man aber auch alle Schwierigkeiten völlig überwunden gehabt hätte, die mit der Beſtimmung der genauern Pendellänge verbunden ſind; ſo hätte man doch die Freude, nun ein ſicheres Längenmaaß zu beſitzen, wieder verſchwinden ſehen, ſo bald man die Entdeckung machte, daß ein gleich langes Pendel nicht an allen Orten der Erde gleich ſchnell ſich ſchwinge.

Es blieb alſo nichts weiter übrig, als irgend ein willkürliches Grundmaaß zur Einheit anzunehmen, und daſſelbe durch Mittheilung über die ganze Erde zu verbreiten, wenn man jemals ein allgemeines Maaß haben wollte. Jeder Staat würde dann aber mit gleichem Rechte haben fordern können, daß ſein bisher übliches Grundmaaß allgemein angenommen würde, um ſeinen Bewohnern die Beſchwerden der Abänderung zu erſparen: auch würde man, wenn die Grund-Maaßſtäbe nun vertheilt, und eine Zeitlang gebraucht

wären, oder wenn einmal große Umwandelungen von Europa mit neuen Völkern zugleich wieder neue Maaße einführen ſollten nur mit eben derſelben Unzuverläſſigkeit und Schwierigkeit das allgemeine Grundmaaß wieder auffinden können, womit wir jetzt bei Beſtimmung römiſcher, griechiſcher und alter egyptiſcher oder perſiſcher Maaße zu kämpfen haben. Dieſen Schwierigkeiten gegen die Einführung eines allgemeinen Maaßes hat man in Frankreich bei der Beſtimmung eines neuen Grundmaaßes ſo viel als möglich zu begegnen geſucht, wovon hier eine kurze Nachricht dem Leſer wohl nicht unwillkommen ſeyn wird.

Die Einführung eines allgemeinen Maaßes in Frankreich wurde von demjenigen Stande, deſſen rechtſchaffene Mitglieder am meiſten unter der Ungleichförmigkeit der Maaße leiden müſſen, von den Kaufleuten der meiſten anſehnlichſten franzöſiſchen Handelsſtädte, ſchon vor dem Ausbruche der Revolution, ausdrücklich und laut im Jahr 1789 gewünſcht, „weil dieſe Ungleichförmigkeiten nur zu Mißbräuchen und Betrügereien Anlaß „geben, welche das Zutrauen, die unentbehrliche Stütze des Handels, untergraben.“ Nach mancherlei Verhandelungen über dieſen Wunſch wurde endlich von einem Ausſchuſſe der Akademie der Wiſſenſchaften im März 1791 ein Gutachten über die Abſchaffung der Verſchiedenheit der Maaße und Gewichte verlangt, und demſelben gemäß beſchloß der National-Convent den 31ſten Juli 1793, ein neues Maaß einzuführen, deſſen Länge ein Zehnmilliontheilchen des Viertelkreiſes vom Mittagskreiſe der Erdkugel ſeyn ſollte, und bei allen übrigen daraus hergeleiteten Maaßen durchgängig die zehntheilige Eintheilung zum Grunde zu legen. Um das Zehnmilliontheilchen von dem Viertel eines Mittagskreiſes mit der möglichſten Genauigkeit zu beſtimmen, war von den franzöſiſchen Gelehrten zugleich eine neue Meſſung eines Bogens von 9 Grad 39 Minuten in dem Mittagskreiſe von Dünkirchen an der Nord-See bis nach Barcellona am Mittelmeere, in gerader Linie faſt 150 geographiſche Meilen, vorgeſchlagen, und auch dazu wurden vom National-Convent die Koſten bewilligt. Dieſe merkwürdige Meſſung, von deren Nutzen wir ſchon oben geredet haben, und die ohne Zweifel dazu beitragen wird, unſere Kenntniſſe von der Geſtalt der Erde zu berichtigen und zu erweitern, iſt jetzt (mit dem Schluſſe des Jahres 1798) glücklich zu Stande gebracht, und das Ergebniß derſelben wird, nebſt ausführlicher Darſtellung aller Umſtändlichkeiten, von den franzöſiſchen Gelehrten bekannt gemacht werden.

Schon vor dieſer Bekanntmachung aber kann man die Länge der neuen Maaß-Einheit, oder des Meters, mit einer für den gemeinen Gebrauch hinlänglichen Genauigkeit angeben. Wenn die franzöſiſchen Meßkünſtler ſich anheiſchig gemacht hätten, wirklich ein

Zehnmilliontheilchen, von dem Viertelkreiſe eines Mittagskreiſes für das Meter anzugeben; ſo würden ſie, wegen der im vorigen bemerkten Ungewißheit über die eigentliche Krümmungsart der Mittagskreiſe und über die völlige Gleichheit derſelben unter einander, nichts geringeres, als eine wirkliche Meſſung von der Mittellinie bis zu einem Angelpunkte, und alſo etwas Unmögliches haben unternehmen müſſen. Allein ſie bedurften nicht die wirkliche Länge des Mittagskreiſes zu ihrem Zwecke: es war hinreichend, die genaue Länge desjenigen Grades zu meſſen, der zwiſchen dem erſten Grade an der Mittellinie und zwiſchen dem neunzigſten am Angelpunkte in der Mitte liegt, und dieſer fünf und vierzigſte Grad trifft gerade in den jetzt gemeſſenen Bogen des Mittagskreiſes zwiſchen Barcelona und Dünkirchen, die ſich vom 41ſten bis zum 51ſten Grade erſtreckt. Mag alſo der Mittagskreis gegen die Angelpunkte noch ſo unregelmäßig gekrümmt ſeyn! Dies kann die Größe des Meters nicht ändern, die auf dem wirklich gemeſſenen, mittleren Grade des Mittagskreiſes beruht. Die Größe dieſes Grades beträgt nach den älteren Meſſungen, deren Ergebniſſe ſich von den Ergebniſſen der neuen höchſt wenig entfernen werden, 57027 Toiſen *): folglich beträgt der Viertelkreis, als das neunzigfache deſſelben, 5132430 Toiſen; wovon ein Zehnmilliontheilchen nämlich $\frac{513243}{1000000}$ Toiſen, oder 3 Fuß 0 Zoll 11$\frac{441952}{1000000}$ Linien des ehemaligen Pariſer Maaßes, dem neuen Meter gleich iſt.

Indem die franzöſiſchen Gelehrten dieſes neue Maaß vorſchlugen, deſſen Einheit aus der Natur, nämlich aus der Größe des mittleren Grades eines Mittagskreiſes, entlehnt iſt, haben ſie der Einwendung gegen deſſen allgemeine Annahme begegnet, die man ſonſt daraus hätte hernehmen können, daß ſie gerade ihr Maaß zum allgemeinen machen wollten. Das Meter iſt eben ſo wenig ein bisheriges franzöſiſches Maaß, als es irgend einem andern Volke angehört: ſeine Größe iſt von der Natur vorgeſchrieben, und die Franzoſen müſſen ihre bisherigen Maaße nach demſelben eben ſowohl abändern, als die Bewohner der übrigen Welt, die es annehmen wollen.

Manche einſichtsvolle Meßkünſtler haben es für zweckmäßiger gehalten, daß man die Länge des Pariſer Secundenpendels zur allgemeinen Einheit aller Maaße hätte annehmen ſollen: man hätte alsdann freilich das Verhältniß des Secundenpendels an jedem andern Orte gegen das Pariſer berechnen können; allein man hätte nur kein anderes veſtes Maaß gehabt, wenn man hätte prüfen können, ob die Erfahrung auch allenthalben mit dieſer Rech-

*) Die Toiſe iſt ſechs ehemaligen Pariſer Fuß gleich.

nung genau übereinſtimmte, welches bei der wahrſcheinlichen Unregelmäßigkeit der Erdgeſtalt doch zu vermuthen wäre. Dieſe Uebereinſtimmung hätte ſich nicht anders prüfen laſſen, als wenn man die wirkliche Länge des Pariſer Secundenpendels, durch Mittheilung nicht durch Rechnung gefunden, allenthalben verglichen hätte. Eine ſolche Vergleichung, die alſo immer nothwendig geblieben wäre, kann man jetzt aber eben ſo leicht nach dem mitgetheilten Meter anſtellen, da man weiß, daß daſſelbe von dem Pariſer Secundenpendel wenig abweicht, indem dieſes $\frac{99850}{100000}$ des Meters ausmacht. Ueberdieß wäre das Pariſer Secundenpendel wieder eine in Frankreich einheimiſche, und ihm eigenthümliche Größe geweſen: und die franzöſichen Gelehrten verdienen doch wohl keinen Vorwurf darüber, daß ſie, um jede National-Eiferſucht, welche die allgemeine Einführung des neuen Maaßes erſchweren könnte, möglichſt zu hindern, keine ihrem Lande eigenthümliche Größe zur Einheit annehmen. Hätte man auch das Secundenpendel unter der Mittellinie zum Grundmaaße annehmen wollen; ſo liegt doch in der Eintheilung des Tages in 24 Stunden, wodurch 86400 Secunden auf den Tag kommen, wenigſtens eben ſo viel Willkührliches, als in dem hunderttauſendſten Theil des mittleren Breitengrades.

Freilich hätte man, auf dieſe oder eine ſonſtige Weiſe, leichter und wohlfeiler, ohne die koſtbare und mühſame Meſſung von mehr als zehntehalb Graden eines Mittagskreiſes, zu einem allgemeinen Grundmaaße gelangen können; aber es wäre doch wohl ſchwierig geweſen, alsdann bei der Beſtſetzung deſſelben das Willkührliche eben ſo ſehr, wie jetzt, zu vermeiden. Dieß aber auch zugegeben, ſollten denn die franzöſiſchen Gelehrten nicht eher Dank als Vorwürfe dafür verdienen, daß ſie dieſe Gelegenheit zu einer neuen größeren, und vollkommneren Grad-Meſſung, als es bis jetzt gegeben hat, die doch für die Kenntniß unſrer Erde von unſtreitigem Vortheil iſt, geſchickt zu benutzen wußten? Wie konnten ſie die Bewilligung der zu dieſer Unternehmung nöthigen, nicht geringen Koſten leichter erhalten, als wenn ſie dieſelbe mit einem Entwurfe in Zuſammenhang brachten, an deſſen Ausführung der neuen Regierung nicht wenig gelegen war, und wobei die Eitelkeit des ganzen für National-Ruhm lebendig fühlenden Volks mit in's Spiel gezogen werden konnte!

Was man aber auch gegen die Einheit der neuen franzöſiſchen Maaß-Ordnung einwenden mag; ſo kann man wenigſtens dem Gedanken unmöglich ſeinen Beifall verſagen, daß nach derſelben keine andere Abtheilung als die zehntheilige bei allen meßbaren Dingen geduldet wird. Dem zufolge iſt der Tag in 10 Stunden und jede derſelben in 100 Mi-

nuten, und dieſe wieder in 100 Secunden u. ſ. w. abgetheilt. Eben ſo wird der Viertelkreis, als das Maaß des rechten Winkels, oder, da mit dieſem allein die Größe aller Winkel verglichen werden kann, die Einheit für das Winkelmaaß, in 100 Grade, jeder Grad in 100 Minuten u. ſ. w. eingetheilt. Der mittlere Grad des Mittagskreiſes iſt alſo nicht mehr der 45ſte, ſondern der 50ſte, und die Größe eines ſolchen Grades ergiebt ſich aus der Größe des Viertelkreiſes, 5132430 Toiſen, von ſelbſt auf $51324\frac{3}{10}$ Toiſen. Wie viel Zeit und Mühe durch dieſe neue Eintheilung erſpart wird, da man ſie auch auf Flächenmaaße, Körpermaaße, Münzen und Gewichte angewandt hat, kann ein jeder deſto beſſer beurtheilen, je mehr er ſich mit Rechnen beſchäftigt. Die unſchätzbaren Vortheile, die aus dieſer Eintheilung entſpringen, werden mehr, als alles Uebrige, zur Empfehlung der neuen franzöſiſchen Maaße beitragen. Die franzöſiſche Regierung hat indeſſen nicht ermangelt, die allgemeine Einführung deſſelben in Europa nach Möglichkeit zu befördern, indem ſie die mit ihr verbündeten ſo wie alle nicht feindlichen Staaten einlud, Meßkünſtler nach Paris zu ſchicken, um dort über die neuen Maaße gemeinſchaftlich zu verhandeln. Dies iſt in der That von den Königen Dänemarks, Spaniens und Sardiniens, und von dem Großherzoge Toscana's, ſo wie von dem bataviſchen, helvetiſchen, cisalpiniſchen, liguriſchen und römiſchen Freiſtaate geſchehn. Die auf dieſe Art in Paris verſammelten elf auswärtigen Gelehrten (Batavien hat nebſt Spanien deren zwei geſchickt) haben die Meßſtangen, die zur Meſſung der Standlinien gebraucht, ſo wie die ganzen Kreiſe, womit die Winkel gemeſſen ſind, geprüft, und ſich durch angeſtellte Verſuche von der Genauigkeit dieſer Werkzeuge überzeugt, und jeder von ihnen wird ein genaues Meter von Platina in ſein Vaterland zurücknehmen.

Da der ehemalige königliche franzöſiſche Fuß in ganz Europa bekannt iſt, und nach den getroffenen Maaßregeln das Meter bald nicht weniger oft angeführt werden mögte; ſo wird den Leſern folgende Vergleichung beider mit den ſonſt in Europa gebräuchlichen, aber freilich bei weitem nicht ſo genau beſtimmten, Fußmaaßen nicht unwillkommen ſeyn. Der königliche franzöſiſche Fuß wurde in zwölf Zoll, jeder Zoll in zwölf Linien, und jede Linie in zehn Punkte, folglich der ganze Fuß in 1440 Punkte, eingetheilt. Folgende Tafel giebt an, wie viele Zehntheile ſolcher Punkte, deren der königliche franzöſiſche Fuß 14400 enthält, und zugleich, wie viele Hunderttauſendtheile des Meters in jedem der übrigen hier angeführten Fußmaaße enthalten ſind.

	Zehntheile von Punkten.	Hunderttauſend-theilchen des Meters.
der Franzöſiſche Fuß enthält — — — —	14400	32473
— Rheiniſche — — — — — —	13918	31387
— Brandenburgiſche — — — — —	13913	31375
— Amſterdammer — — — — —	12570	28346
— Augſpurger — — — — — —	13129	29607
— Braunſchweiger — — — — —	12650	28527
— Calenberger — — — — — —	12916	29127
— Cölniſche — — — — — —	12190	27237
— Däniſche — — — — — —	14034	31648
— Danziger — — — — — —	12715	28673
— Dresdner — — — — — —	12750	28752
— Halliſche — — — — — —	13230	29835
— Londner — — — — — —	13515	30479
— Leidner — — — — — —	13918	31387
— Leipziger — — — — — —	12520	28234
— Münchener — — — — — —	12825	28921
— Nürnberger — — — — — —	13467	30369
— Petersburger — — — — — —	23856	53797
— Prager — — — — — —	13360	30128
— Schwediſche — — — — — —	13160	29677
— Stuttgardiſche — — — — — —	12780	28820
— Straßburgiſche — — — — — —	12820	28912
— Thorniſche — — — — — —	11780	26565
— Ulmer — — — — — —	12953	29210
— Wiener — — — — — —	14012	31598

Die rheinländiſche oder deutſche Ruthe beſteht aus 12 rheinländiſchen Fuß: im franzöſiſchen Maaße waren bisher Toiſen am gebräuchlichſten, deren jede 6 franzöſiſche Fuß lang iſt.

Ruthen, Toiſen, und noch mehr die Fußmaaße, ſind viel zu kleine Einheiten, um große Strecken Landes bequem damit zu meſſen und die Entfernungen entlegener Oerter darnach anzugeben: Man hat deswegen zu Beſtimmungen dieſer Art ſchon ſeit langen

Zeiten größere Maaße eingeführt, die man gewöhnlich Meilen nennt. Dieſer Name iſt unſtreitig römiſchen Urſprungs (Milliare von mille tauſend) und bezeichnete bei den Römern eine Länge von 1000 Schritt, jeden zu 5 römiſchen Fuß gerechnet, ein Maaß welches nur etwas über ein Fünftheil der jetzigen geographiſchen Meile ausmacht; man hat ihn aber nachher auf alle, meiſtens größere, Längenmaaße ausgedehnt, deren man ſich zur Beſtimmung der Ortsentfernungen bediente. Bei der nur zu großen Mannigfaltigkeit der Fußmaaße darf man ſich nicht wundern, daß auch jedes Land ſeine eigenthümlichen Meilen hat. Es iſt ein wichtiges Bedürfniß für die Erdbeſchreibung, die Länge dieſer mancherlei Meilen genau zu kennen; aber leider iſt wenig Hoffnung dazu vorhanden, die gewöhnlichen Angaben von Meilenzahlen mit irgend einer vorgeſchriebenen Beſtimmung genau übereinſtimmen zu ſehn. Man findet einige Tagereiſen von einander ganz verſchiedene Längen des Weges unter dem Namen von einerlei Meilen. So ſollen die ungariſchen Meilen z. B. den 13ten Theil eines mittleren Grades vom Mittagskreiſe ausmachen; aber ihre Länge iſt in der That völlig unbeſtimmt, und beträgt auf dem flachen Lande oft eine halbe Tagereiſe. Wer ſich alſo bei einer gleichen Anzahl von Meilen in Ungarn immer eine gleiche Entfernung denken wollte, würde ſich eben ſo ſehr irren, als wenn er unter den 2 Millionen und 400000 Metzen Korn, und unter den 3 Millionen 760000 Metzen Haber, welche die ungariſche Völkerſchaft dem Kaiſer auf dem Reichstage im November 1796 bewilligte, Berliner Metzen dächte, da doch die Wiener und Preßburger Metze größer, oder nach andern Angaben wenig kleiner iſt, als in Berlin der Scheffel.

Bei der erſten Unbeſtimmtheit der Meilenlänge bleibt dem Erdbeſchreiber nichts weiter übrig, als die Größe der Meilen in jedem Lande ſo anzunehmen, wie ſie ſich aus Vergleichung mehrerer Angaben ergiebt, oder wie ſie nach irgend einer geſetzlichen Beſtimmung ſeyn ſoll, und das Verhältniß dieſer Größe zu irgend einer genau beſtimmten Meile anzugeben. Zu dieſer Grundmeile nimmt man mit Recht die ſogenannte geographiſche Meile an, worunter man gerade den funfzehnten Theil eines Grades vom mittleren Erdumfange verſteht. Um die Größe derſelben zu beſtimmen, nimmt Klügel die Erde für eine Kugel an, deren Umfang dem mittleren Umfange der kugelähnlichen Geſtalt der Erde, ſo wie er ſie berechnet hat, gleich iſt, und findet hieraus die Größe eines Grades auf dieſer Kugel 57173½ Toiſen, oder 343041 Pariſer Fuß. Die geographiſche Meile, als der funfzehnte Theil davon, beträgt alſo 22869½ Pariſer, oder 23661 rheinländiſche Fuß. Man nennt dieſe geograpihſche Meile auch wohl die deutſche; allein die in Deutſchland

üblichen Meilen ſind meiſtens zwiſchen 22500 und 25000 rheinl. Fuß. Die ſächſiſche Polizeimeile iſt auf 2000 achtellige Ruthen oder 32000 Leipziger Fuß, d. i., auf 27842 Pariſer Fuß veſtgeſetzt: die Brandenburgiſche oder Feldmeſſer-Meile iſt auf 2000 Brandenburgiſche Ruthen, oder auf 24000 Fuß brandenb. veſtgeſetzt. Rechnet man 15 Meilen auf einen Grad der Mittellinie; ſo giebt nachſtehende Tafel das Verhältniß der wichtigſten Meilenmaaße zu einem Grade der Mittelline und zu der geographiſchen Meile an, ſo genau es jetzt bekannt iſt.

Namen der Meilen	gehen auf einen Grad des mittlern Erdumfangs.	gehen auf eine geographiſche Meile
Arabiſche Meilen	57	$3\frac{4}{5}$
Böhmiſche Meilen	16	$1\frac{1}{15}$
Brandenburgiſche Meilen	$14\frac{788125}{10000000}$	$1\frac{113}{8000}$
Chineſiſche jetzige Meilen	193	$12\frac{13}{15}$
nach andern die Li	250	$16\frac{2}{3}$
Däniſche	$14\frac{1}{2}$	$\frac{29}{30}$
nach andern	12	$\frac{4}{5}$
Engliſche jetzige Meilen	69 bis 70	$4\frac{3}{5}$ bis $4\frac{2}{3}$
Franzöſiſche alte Meilen	50	$3\frac{1}{2}$
Franzöſiſche gebräuchliche Landmeilen (Lieues)	25	$1\frac{1}{3}$
Irländiſche Meilen	54	$3\frac{3}{5}$
Italiſche Meilen	60	4
Liefländiſche Meilen	17	$1\frac{2}{15}$
Norwegiſche Meilen	10	$\frac{2}{3}$
Perſiſche Meilen oder Paraſangen (Farſangen)	$22\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$
Polniſche Meilen	22	$1\frac{7}{15}$
Portugieſiſche Meilen	18	$1\frac{1}{5}$
Römiſche aus 8 olympiſchen Stadien beſtehend	75	5
Ruſſiſche Meilen oder Werſte	$104\frac{1}{2}$	$6\frac{29}{30}$
Schleſiſche Meilen	$16\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{10}$
Schottländiſche Meilen	$49\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$
Schwediſche Meilen	$10\frac{2}{5}$	$\frac{7}{10}$
Seemeilen	20	$1\frac{1}{3}$
Spaniſche Meilen	$17\frac{1}{2}$ bis 20	$1\frac{1}{6}$ bis $1\frac{1}{3}$
Stadien oder griechiſche Meilen, und zwar		
1) Olympiſche	600	40
2) Seeſtadien	750	50
3) Aegyptiſche Stadien	1125	75
Türkiſche Meilen oder Berri	$66\frac{2}{3}$	$4\frac{4}{9}$
Ungariſche Meilen	10 bis 13	$\frac{2}{3}$ bis [illegible]

XII.

Von Meſſungen auf der Erde, beſonders von der Einrichtung und dem Gebrauche der Landkarten.

Die beiden Hauptzwecke der mathematiſchen Erdbeſchreibung gehen auf die Beſtimmung jedes verlangten Raums und jeder verlangten Zeit auf der Erde. Die Meſſung der Entfernung zwiſchen jeden zwei Orten, die Richtung, welche den kürzeſten Weg zwiſchen beiden angiebt, die Angabe des Flächeninhalts von jedem gegebenen Stücke der Erdfläche — das ſind Aufgaben von Raumbeſtimmungen, wozu die mathematiſche Erdbeſchreibung die Vorbereitungs-Kenntniſſe liefert. Um die Zeiten richtig anzugeben, muß man noch von den Bewegungen einiger anderer Weltkörper, beſonders des Mondes, unterrichtet ſeyn, worüber die Leſer im folgenden Abſchnitte einige Nachricht finden werden; bei den Raumbeſtimmungen ſind dieſe Kentniſſe nicht nothwendig und wir liefern alſo jezt eine, freilich nur ſehr unvollſtändige, Anleitung zu denſelben, da einem Gegenſtande, welcher ſehr weitläuftige und mühſame Unterſuchungen und die Kenntniß von den Tiefen der Größenkunde und Sternkunde fordert, hier nur einige Seiten gewidmet und nur die wenigen auf den vorigen Bogen dargeſtellten Begriffe vorausgeſezt werden können.

Um kleine Entfernungen auf der Erde zu beſtimmen, kann man ſich der unmittelbaren Meſſungen bedienen, indem man die Anzahl der Fuße, Schritte, Klaftern oder Ruthen zählt, die zwiſchen zwei Oertern liegen. Auf dieſe Weiſe läßt ſich auch ein kleines Stück der Erdfläche wohl auf einem Riſſe verzeichnen, auf welchem jede zwei angegebene Oerter eben dieſelbe Entfernung nach einem kleinern Maaßſtabe haben, als in der Wirklichkeit nach einem größeren, und deſſen Flächeninhalt ſich ebenfalls zu dem Flächeninhalt des verzeichneten Erdſtrichs, wie das kleine Flächen-Maaß zu dem in der Wirklichkeit gebrauchten größeren verhält.

Es möchte alſo ſcheinen, als wenn man auf gleiche Weiſe einen Riß von einer ganzen Provinz, von einem Lande, von einem Welttheil und ſelbſt von der ganzen Erdfläche recht gut zu Stande bringen könnte, wenn man eben ſo die Entfernungen zwiſchen den einzelnen Dörfern, Flecken, und Städten in einem beſtimmten Maaße, z. B. in Meilen angäbe, und nach dieſen Angaben größere Riſſe verfertigte. Allein auf dieſem Wege würden die Verzeichnungen von Provinzen, geſchweige denn die Abriſſe ganzer Länder und Welttheile äußerſt fehlerhaft ausfallen, weil bei jeder wirklichen Meſſung theils die Unvoll-

kommenheit der Werkzeuge, theils die Unvollkommenheit des menſchlichen Geſichts, theils die Abweichungen von der geraden Richtung in der zu meſſenden Weite, oder die Vernachläſſigung irgend einer ſonſtigen von den vielen dabei unerlaßlichen Vorſichtigkeitsmaaßregeln, faſt unausbleiblich kleine Fehler verurſachen, die bei Verzeichnungen kleiner Räume äußerſt unbedeutend ſeyn, und dennoch, wenn man mehrere von dieſen zu einem größeren Bilde zuſammenſetzen will, ſehr bedeutend und merklich werden können. Wenn nun gar von ſehr *großen*, viele Meilen langen Entfernnngen die Rede iſt, die man nicht mehr mit Maaßſtäben, Maaßſchnüren und Maaßketten, ſondern nur durch ohngefähre Schätzung, höchſtens durch die Zahl der Schritte eines Menſchen oder eines Laſtthieres, oder durch die Zahl der Umdrehungen eines Wagenrades meſſen kann; ſo ſieht man bald ein, daß die Krümmungen des Weges, ſo wie die verſchiedenen Erhöhungen und Vertiefungen des Erdreichs nebſt andern Umſtänden die wahre Länge derſelben ſo ſehr verfälſchen müſſen, daß man ſich bei dem Vertrauen auf ſolche Angaben ſehr weit von der Wahrheit verirren, und meiſtentheils die Entfernungen zu groß angeben wird.

Hieraus kann man hinlänglich ſchließen, wie viel Genauigkeit die Zeichnung Joſua's vom Lande Kanaan *), welche ihm „die ausgeſandten Männer auf einem Blatte nach den Städten beſchrieben, von ihrer Wanderung zurückbrachten,“ oder die Länderzeichnungen der Egypter und Griechen, oder die Zeichnungen eroberter Provinzen, welche den römiſchen Feldherren bei ihrem Triumphe vorgetragen wurden, oder die ſowohl in Rom, als in den Provinzen befindlichen Abbildungen von der Oberfläche der Erde, gehabt haben mögen. Und dennoch hat man bis gegen die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts die Karten ganzer Länder faſt gänzlich nach ſolchen Reiſebeſchreibungen, Schiffer-Nachrichten und Meilenſchätzungen, und nach wenig umfaſſenden und nicht genauen Vermeſſungen der Feldmeſſer abfaſſen müſſen; weshalb auch die Unrichtigkeiten, Abweichungen und Ungewißheiten in denſelben zahllos ſind.

Das einzige Mittel, den bei großen Meſſungen unvermeidlichen Fehlern, die mit der Größe der zu vermeſſenden Fläche unausbleiblich wachſen, ganz zu entgehn, liegt darin, daß man aus w e n i g e n u n m i t t e l b a r e n M e ſ ſ u n g e n a u f d e r E r d e doch v i e l e E n t f e r n u n g s b e ſ t i m m u n g e n durch R e c h n u n g herleitet. Wie dieß möglich ſei, wird durch folgende Betrachtungen faßlich werden.

*) Joſua 18, 8. 9.

Man denke ſich in dem Dreyecke uvi (Tafel II. Fig. 18. Siehe Beilage.) bloß die Linie vi durch Meſſung beſtimmt, und zugleich die an ihren Endpunkten v und i liegenden Winkel gemeſſen, und verſuche dann in Gedanken aus dieſen drei gegebenen Beſtimmungen ein anderes Dreieck zuſammenzuſetzen; ſo wird man bald finden, daß es durchaus dem Dreieck uvi gleich werden muß. Denn man ſtelle ſich nur vor, daß das neue Dreieck, welches wir UVI nennen wollen, ſo daß die gleichen Buchſtaben zu gleichen gegebenen Stücken des erſten Dreiecks gehören, mit dem Punkte V auf v und ſeine eine Seite VI in der Richtung von vi auf dieſe Linie gelegt wird; ſo muß auch der Punkt I nothwendig auf i fallen, weil wir angenommen haben, daß VI und vi einander gleich ſind, und weil zwei gleiche gerade Linien ſich nothwendig decken, wenn ſie mit einem ihrer Endpunkte und in einerlei Richtung auf einander gelegt werden. Aus der einzigen Vorausſetzung, daß Vi in dem neuen Dreieck der Seite vi im alten gleich iſt, folgt alſo ſchon, daß beide Dreiecke zwei Grenzpunkte mit einander gemein haben. Es bleibt alſo bloß noch zu unterſuchen übrig, ob aus der Vorausſetzung, daß die Winkel bei U und I denen bei v und i gleich ſind, nun folgen wird, dan auch der Punkt U auf den Punkt u fällt. Man denke ſich deshalb den Winkel V auf v gelegt; ſo wird nothwendig die Linie VU in die Linie vu fallen, weil die Gleichheit der beiden Winkel V und v eben darin beſteht, daß die beiden Linien VU und VI eben dieſelbe Neigung zu einander haben, wie vu und vi: ob aber VU größer oder kleiner, als vu, oder ob es mit dieſer gleich ſei, bleibt hiebei noch unentſchieden; denn die Gleichheit der Winkel V und v entſcheidet bloß über die Richtung, aber nicht über die Länge von VU, wenn VI auf vi liegt. Eben ſo folgt aus der Gleichheit der beiden Winkel bei I und i, daß nun auch IU ſeiner Richtung nach auf iu fallen muß. Fällt aber VU auf vu und IU auf iu; ſo ergiebt ſich hieraus von ſelbſt, daß auch der Durchſchnittspunkt U auf u fallen muß, weil ſich zwei gerade Linien nur in einem einzigen Punkte ſchneiden können. Folglich decken ſich die beiden Dreyecke VUI und vui vollkommen, wenn VI mit vi und die Winkel V und I mit v und i gleich ſind. Um ſich dies noch deutlicher zu machen; ſo denke man ſich VI wieder gleich mit vi und auf vi gelegt, auch den Winkel V dem Winkel v gleich; aber den Winkel bei I größer, als den Winkel i: alsdann wird, wegen der Gleichheit der Winkel bei V und v, die Linie VU ihrer Richtung nach auf vu fallen, aber ſie wird nun länger ſeyn müſſen als vu, wenn ſie die Linie IU erreichen ſoll; ſo wie ſie im Gegentheil kürzer als vu ſeyn müſte, wenn der Winkel I kleiner, als der Winkel i wäre. Eben das würde

mit der Linie IU der Fall ſeyn, wenn man VI als gleich mit vi, und den Winkel I dem Winkel i gleich geſetzt; aber den Winkel V größer oder kleiner als v angenommen hätte. Es iſt alſo, außer der Gleichheit der Seiten VI und vi, auch die Gleichheit der beiden an dieſer Seite liegenden Winkel dazu erforderlich, wenn beide Dreiecke mit ihrer ganzen Gränze auf einander fallen, oder ſich decken ſollen; aber durch dieſe drei Stücke iſt auch das Dreieck VIU ſo vollkommen beſtimmt, daß es dem Dreieck viu in allen Stücken gleich ſeyn muß.

Dieſe Erläuterung aus den erſten Anfangsgründen der Raum-Meßkunde (Geometrie) zeigt nun, daß es mölich iſt, aus einer Seite und den beiden anliegenden Winkeln die übrigen Stücke deſſelben zu finden: wie es aber möglich ſei, dieſe noch unbekannten Stücke durch Rechnung zu finden, lehrt die Dreieck-Meßkunde (Trigonometrie), die einen Hauptſchlüſſel zu den Geheimniſſen des Weltbaues enthält, deren Lehren ſich aber hier nicht ohne eine zweckwidrige Weitläuftigkeit würden beibringen laſſen. Hier iſt es genug, nur die Möglichkeit dieſer Wiſſenſchaft zum Theil gezeigt zu haben, um daraus begreiflich zu machen, daß man die Entfernungen vu und iu in dem Dreiecke viu genau beſtimmen könne, ohne ſie unmittelbar zu meſſen, wenn man nur die dritte Seite vi und die beiden Winkel an ihrem Endpunkte gemeſſen hat. Die Meſſung dieſer Winkel hat keine Schwierigkeit, wenn man nur von v und i nach u eine freie Ausſicht hat, und in u ein unveränderlicher Punkt in der Ferne z. B. eine Thurmſpitze, oder eine dazu etwa auf einer Anhöhe unbeweglich aufgerichtete Stange, oder ſonſt irgend ein ſicheres Signal, dem Blicke des Betrachters eine veſte Richtung darbietet. Da die Winkelmeſſungen weder ſo beſchwerlich, noch ſo trüglich ſind, als die Längenmeſſungen, ob ſie gleich ebenfalls große Vorſicht erfordern, und da Rechnungen viel größere Genauigkeit, als die beſten Meſſungen gewähren; ſo iſt es leichter und ſicherer, die Längen vu und iu auf dieſem Wege, als durch unmittelbare Längenmeſſung zu beſtimmen. Außerdem bietet dieſe Verfahrungsart ein ſehr leichtes Prüfungsmittel dar. Da man die Größe des Winkels u oder vui in dem aufgegebenen Dreiecke ſehr leicht finden kann, ſo bald man die Größe von v und i kennt, weil die drei Winkel eines Dreiecks zuſammengenommen ſtets zwei rechte Winkel, oder 180° ausmachen; ſo darf man nur dieſen dritten Winkel u ebenfalls meſſen und kann dann über die Richtigkeit der beiden andern ziemlich unbeſorgt ſeyn, wenn man ihn genau ſo groß findet, wie er ſeyn muß, um mit v und i zuſammen 180 Grad auszumachen.

Nach dieſen Betrachtungen wird man ſich von der Beſchaffenheit und von dem Werthe

der Dreieckverbindungen einen Begriff machen können, die uns das ſicherſte Mittel darbieten, einen größeren Theil der Erdfläche genau auszumeſſen. Wenn man auf die vorherbeſchriebene Art die Entfernung vu berechnet hat; ſo darf man nur in v den Winkel Avu und in u den Winkel Auv meſſen, um das ganze Dreieck Auv und alſo auch die Entfernungen Av und uA durch Rechnung zu finden. Eben ſo berechnet man aus der berechneten Linie Av und den gemeſſenen Winkeln OvA und OAv die beiden Linien AO und Ov; aus der letzten und den durch Meſſung gefundenen Winkeln DvO und DOv wieder die Seiten DO und Dv; ſo wie aus Au und den Winkeln AuP und uAP die Linien AP und uP. So kann man nun durch mehrere Standpunkte, von deren jedem man zu einigen andern eine freie Ausſicht hat, wie hier von A nach O, v, u und P, und von u nach i, P und A vorausgeſetzt iſt, nach allen Richtungen hin immer mehrere Dreiecke beſtimmen und dieſe Meſſung nach jeder Seite in beliebiger Entfernung fortſetzen, ohne eine einzige Linie außer vi unmittelbar zu meſſen. Da hierbei alles auf der Meſſnng einer einzigen Grundlinie, bei welcher ſich eben darum, weil ſie die einzige iſt, und weil man für dieſelbe die bequemſte Lage auswählen kann, leicht eine vorzügliche Genauigkeit beobachten läßt, und außerdem nur auf Winkelmeſſungen, die ſich leicht prüfen, und auf Rechnungen, die ſich nachſehen laſſen, beruht; ſo iſt einleuchtend, daß dieſes Verfahren, auf die ſicherſten Gründe gebauet, die zweifelloſeſten Ergebniſſe liefern muß. Ein ſehr brauchbares Prüfungsmittel iſt es, in größeren Entfernungen von der erſten Standlinie eine zweite, deren Größe man durch Rechnung beſtimmt hat, z. B. Dm, wirklich zu meſſen. Die Uebereinſtimmung zwiſchen der berechneten und der gemeſſenen Länge von Dm giebt dann den beſten Beweis für die Richtigkeit der ganzen Vermeſſung.

Dieſer einzig wichtige Weg, großen Ländervermeſſungen durch Dreieckverbindungen einen ſonſt nicht erreichbaren Grad von Genauigkeit und Richtigkeit zu geben, iſt ſchon im Anfange des vorigen Jahrhunderts (1615) von dem Holländer Snellius betreten, der, um die Größe eines Grades vom Mittagskreiſe zu meſſen, eine Dreieckverbindung von Allkmaar nach Leiden und nach Bergen op Zoom zu Stande brachte und berechnete. Sein Verdienſt dabei war deſto größer, je mehr ſeine Rechnungen, beim Mangel des erſt um eben dieſe Zeit erfundenen großen Hülfsmittels bei der Dreieckberechung (der Logarithmen), mühſam und weitläuftig werden mußten; wie es ihm denn auch dieſe Weitläuftigkeit unmöglich machte, die dabei eingeſchlichenen Fehler, ob er ſie gleich einſah, zu verbeſſern.

Mit beſſern Werkzeugen und mehreren Hülfsmitteln der Rechnung verſehn, und folglich

mit größerem Glück, verfolgte Picard dieſen Weg, da er (1669) eine von Malvoiſine bis Amiens reichende Verbindung von Dreiecken machte. Er bediente ſich zuerſt der Werkzeuge mit Fernröhren zum Winkelmeſſen, wodurch die Genauigkeit ungemein gewann.

Auf dieſe Art ward hernach die große caſſiniſche Karte von Frankreich im vorigen Jahrhundert angefangen und mit dem Schluſſe des gegenwärtigen (1696) vollendet. Noch iſt dieſes erſte Muſter einer großen und genauen Ländervermeſſung, welches Frankreich gegeben hat, für eine gleiche Länderſtrecke und in gleicher Vollkommenheit nirgends erreicht; obgleich in neuern Zeiten für gute Vermeſſungen in England, Rußland, Schweden, Böhmen, Gallizien und Lodomirien, Preußen, auch für einzelne Theile von Deutſchland z. B. Hannover, Holſtein, und beſonders für Schwaben ſehr Vieles und Lobenswehrthes geſchehen iſt. Die Mühſamkeit und Koſtbarkeit dieſer Unternehmungen hindert die Hoffnung, daß die caſſiniſche Karte auf dieſem Wege ſo bald über ganz Europa fortgeſetzt werden dürfte; ſo ſehr dieſes auch für die Fortſchritte in der Erdkunde zu wünſchen wäre. Indeſſen gewährt uns glücklicher Weiſe die Sternkunde ein zweites Mittel für die Berichtigung der Länderkunde, bei deſſen fleißigen Gebrauch wir uns wegen des Mangels an genauen Erdmeſſungen ziemlich ſchadlos halten können.

Wir haben nämlich oben geſehn, daß jeder Punkt auf der Erdfläche ſeine beſtimmte Länge und Breite hat, die ihm mit keinem einzigen andern Punkte gemein iſt, und daß man im Stande iſt, beide durch kleine, tragbare Werkzeuge, durch Spiegelſextanten und Taſchen-Zeitmeſſer genau zu beſtimmen. Wenn bei dieſen Beſtimmungen auch kleine Unrichtigkeiten von einigen Secunden in einzelnen Beobachtungen vorkommen können; ſo ſind doch dieſelben theils wenig bedeutend, indem eine Secunde Zeit nur 15 Secunden in Bogen und eine Secunde in Bogen nur $\frac{1}{240}$ einer geographiſchen Meile, alſo noch keine 100 Fuß beträgt; theils können ſie dadurch immer mehr verkleinert werden, daß man mehrere Beobachtungen mit einander vergleicht, und für die Länge und Breite jedes Orts das Mittel aus den Ergebniſſen einer großen Zahl von Beobachtungen annimmt. Endlich haben die aus Beobachtungen am Himmel hergeleiteten Beſtimmungen einer Ortslage vor den Meſſungen auf der Erde den großen Vorzug, daß ſie von einander unabhängig ſind, daß die Fehler der einen auf die übrigen keinen Einfluß haben, und daß ſie ſich alſo nicht bei Erweiterung der gemeſſenen Fläche anhäufen können. Dieſer letzte Vorzug macht es augenſcheinlich, daß man bei Ländervermeſſungen, wenn ſie genau ſeyn ſollen, den Beiſtand der Sternkunde nie wird entbehren können, ſo wie im Gegentheil der Sternkundige von

den Erdmeſſungen den wahren Långenwerth ſeiner immer nur in Zeit und Bogen gefundenen Ortsbeſtimmungen erlernen muß.

Die Beobachtungen der Angelhöhe und beſonders die Berechnungen der Långe aus Sonnen-Finſterniſſen, aus Bedeckungen eines Sterns vom Monde und andern Erſcheinungen am Himmel ſind daher ſowohl in denen Gegenden, wo Vermeſſungen vorhanden ſind, zur Průfung, als in den ůbrigen zur Stellvertretung derſelben gleich nothwendig. Unſtreitig verdienen alſo die neuern Sternkundigen dafůr, daß ſie Arbeiten dieſer Art zu einem ihrer Hauptgeſchåfte machen, den Dank nicht bloß des Erdbeſchreibers, des Staatskundigen, des Geſchichtforſchers, denen an der genaueren Kenntniß der Lage und Entfernung einzelner Oerter, und des aufgeklårten Mannes, dem an der Beſtimmung der Geſtalt unſers Erdkörpers gelegen ſeyn muß; ſondern ſie verdienen den Dank der ganzen Menſchheit, da die Berichtigung der Låndergeſtalt auch die Grenzen der Meere verbeſſert, und da vorher mehr als Dreiviertel von der ganzen Anzahl aller Schiffbrůche von Unwiſſenheit in der Lånderkunde und von Ungeſchicklichkeit der Schiffer herrůhrten. Die Leſer werden ſich aus dem Vorigen erinnern, daß zur Berechnung der Lången mehrere an verſchiedenen Orten angeſtellte Beobachtungen von einerlei Erſcheinungen am Himmel nöthig ſind, (wenn man nicht etwa Tafeln zur Hand hat, worin die Zeit dieſer Erſcheinungen zum voraus berechnet iſt, die aber eben durch fortgeſetzte Beobachtungen immer mehr verbeſſert werden můſſen) und daher macht die Angabe ſolcher Beobachtungen ſtets einen fůr die Erdkunde höchſt wichtigen Theil der Jahrbůcher aus, welche die Sternkundigen in vielen Låndern Europa's herausgeben. Da aber jeder von ihnen auf dieſem Wege ziemlich ſpåt mit den Beobachtungen der ůbrigen bekannt wird, und die Berechnungen derſelben, die zum Theil nicht wenig můhſam und weitlåuftig ſind oft ganz unterbleiben; ſo erwirbt ſich jetzt Herr von Zach ein gewiß ſehr großes Verdienſt um die Erdbeſchreibung, durch die monatliche Herausgabe der allgemeinen geographiſchen Ephemeriden (ſeit dem Januar 1798), worin die neueſten Beobachtungen dieſer Art aus allen Theilen der Welt geſammelt und fleißig berechnet werden. Schon in dem erſten Hefte derſelben iſt die zweifelhafte Långe von 43 Orten genauer berichtiget, worunter 9 noch ganz unbekannte neu beſtimmt worden ſind: faſt alle ůbrigen enthalten åhnliche Erweiterungen und Berichtigungen der Erdkunde, die aus den meiſten, oder vielmehr, wenn man ihren Begriff nicht ungebůhrlich einſchrånkt, aus allen Aufſåtzen in dieſer ſchåtzbaren Zeitſchrift einen reichen Gewinn zieht; indem die allgemein merkwůrdigen und unterhaltenden, theils aus den neueſten Reiſebeſchreibungen, theils aus einem weitlåuftigen

Briefwechſel geſammelten Nachrichten von allen Theilen der Erde gewiſſermaßen nicht weniger, als die genauen und partheiloſen Beurtheilungen der neueſten Karten, in ihr Gebiet gehören. So ſcheinen ſich alſo in unſern Tagen die wohlthätigen Anſtalten mehrerer Regierungen zur Ländervermeſſung und der allgemeine Eifer der Sternkundigen glücklich die Hand zu bieten, um die Länderkunde aus ihrem freilich noch ſehr mangelhaften Zuſtande zu einer Vollkommenheit zu erheben, die man ohne dieſe freundſchaftliche Vereinigung weder in ſo hohem Grade, noch in ſo kurzer Zeit erwarten dürfte.

Wenn aber, durch die Sternkunde und durch genaue Vermeſſung, die Lage aller Oerter auch viel richtiger und beſtimmter bekannt wäre, als es bis jetzt leider! der Fall iſt; ſo darf man doch nicht erwarten, daß ſelbſt die richtigſte Karte eines ganzen Landes in jeder Rückſicht eben ſo brauchbar ſei, als der Grundriß eines kleinen Theils der Erdfläche ſeyn kann. Dieſer Unterſchied zwiſchen beiden liegt nicht etwa bloß in dem verſchiedenen Grad der Vollſtändigkeit, deſſen ſie fähig ſind. Man wird ſehr gern damit zufrieden ſeyn, daß eine Landkarte nicht, wie ein Vermeſſungs-Riß, Wieſen, Felder, Waldungen, Wege, Flüſſe, Bäche, einzelne Gebäude, Gärten und Anhöhen mit der genaueſten Umſtändlichkeit und Beſtimmtheit; ſondern nur mehr im Allgemeinen die Hauptgrenzen ganzer Strecken, die Hauptrichtung der Flüſſe und Gebirge, die Lagen der merkwürdigſten Städte, Flecken oder Dörfer angeben, je nachdem es die Größe des darauf verzeichneten Raumes zuläßt. Allein die vorzüglichſte und völlig unvermeidliche Unvollkommenheit der Landkarten liegt darin, daß ſich auf dem Papiere, das eine Ebene iſt, ein beträchtlich großer Theil der Erdfläche, der nicht mehr als eine Ebene angeſehen werden kann, ſondern ein Stück von einer Kugelfläche ausmacht, durchaus nicht ſo abbilden läßt, daß alle Theile der Zeichnung ihrem Urbilde auf der kugelförmigen Erdfläche völlig ähnlich bleiben.

In dem Grundriſſe eines kleinen Stückes der Erdfläche, eines einzelnen Dorf- oder Stadt-Gebietes verhalten ſich alle Linien, bloß nach einem kleinen Maaßſtabe, eben ſo wie die wahren mit ihren übereinſtimmigen Entfernungen auf der Erde: die Winkel im Grundriſſe ſind den Winkeln auf dem Felde gleich, und der ganze Riß kann dem darauf dargeſtellten Stücke der Erdfläche vollkommen ähnlich gemacht werden, weil daſſelbe, wegen ſeines geringen Umfanges, von einer wahren Ebene ſo unmerklich abweicht, daß dieſe Abweichung eben ſo wenig in Betracht kommt, wie die Abweichung eines unendlich kleinen Theils in einer krummen Linie von einer geraden, welche denſelben berührt.

Sobald aber ein Stück der Erfläche ſo groß iſt, daß die kugelförmige Krümmung

deſſelben merklich wird; ſo kann man die Entfernung zwiſchen zwei Oertern auf der Erd-Kugel nicht mehr als eine gerade Linie anſehen; ſondern ſie iſt ein Bogen eines Kreiſes, den man ſich durch dieſe beiden Oerter auf der Oberfläche und durch den Mittelpunkt der Erde gelegt denken muß. Man ſieht leicht, daß, wenn (in Fig. 9.) l und u zwei in einerlei Mittagskreiſe gelegene Oerter auf der Erde vorſtellen, ihre Entfernung durch die gerade Linie lu viel zu kurz angegeben würde, weil man nicht durch die Erde hindurch längs dieſer Linie von l nach u gehn, ſondern auf dem Wege dahin vielmehr beinahe den Kreis zur Hälfte durchwandern müßte, von welchem lu den Durchmeſſer vorſtellt. Eben ſo werden die Entfernnngen zwiſchen dreien nicht in einerlei gerader Linie gelegenen Oertern kein geradliniges ſondern ein Kugel-Dreieck bilden, deſſen drei Seiten Bogen von größten Kreiſen ſind.

Wollte man alſo auf dem Papiere ein Dreieck zeichnen, deſſen drei Seiten ſich in ihren Längen eben ſo, wie die Bogen eines ſolchen Kugeldreiecks verhielten; ſo würden die Winkel in beiden Dreiecken ungleich werden: ſollten beide in zweien Seiten und dem eingeſchloſſenen Winkel übereinſtimmen; ſo würden wieder die zwei andern Winkel und die dritte Seite in beiden von einander abweichen. Um uns hiervon zu überzeugen, wollen wir uns den ſehr einfachen Fall denken, daß man auf dem Papier das Dreieck verzeichnen wollte, welches ein Ort gerade unter dem Angelpunkte mit zwei Oertern auf der Mittellinie machen, die um 90 Grad der Länge von einander entfernt ſind. Wenn man die Erde als eine vollkommene Kugel annimmt, welches hierbei ohne allen merklichen Fehler geſchehen kann; ſo ſieht man, daß nach unſerer Vorausſetzung alle drei Seiten dieſes Dreiecks gleich ſeyn müſſen; denn zwei davon betragen den Viertelkreis eines Mittagskreiſes und der dritte beträgt einen Viertelkreis der Mittellinie: ferner folgt aus unſerer Vorausſetzung, daß dieß Dreieck drei rechte Winkel habe, weil alle Mittagskreiſe die Mittellinie unter rechten Winkeln durchſchneiden, und weil die beiden am Angelpunkte zuſammenſtoßenden Bogen unſers Dreiecks einen Viertelkreis der Mittelline, oder 90° zu ihrem Maaße haben. Nun iſt aber oben ſchon angeführt, daß alle drei Winkel eines geradlinigen Dreiecks zuſammengenommen ſtets zweien rechten gleich ſind: es iſt alſo durchaus unmöglich ein geradliniges Dreieck mit zwei, geſchweige mit drei rechten Winkeln zu zeichnen, und man wird alſo niemals die angegebene Lage dreier Oerter auf einer Ebene richtig darſtellen können.

Es läßt ſich berechnen, daß bei einer Karte im großen Landkarten-Format, auf welcher jede Seite zwei Pariſer Fuß beträgt, und auf welcher alle um eine halbe Meile von

einander entfernten Oerter noch bequem verzeichnet werden können, der aus der Krümmung der Erde entſtehende Fehler wenig über $\frac{1}{10}$ einer Meile, oder auf der Karte noch keine halbe Pariſer Linie beträgt, und daß auch die Abweichungen von der wahren Größe der Winkel unbeträchtlich werden, wenn man darauf ein ſolches Stück der Erdfläche als eine Ebene darſtellt, von welchem 80 Meilen eine Länge von 2 Pariſer Fuß auf der Karte betragen. Natürlich muß aber dieſe Art von Fehlern immer größer werden, je größer entweder das auf der Karte zu verzeichnende Land, welches alſo nicht viel über 4 oder 5 Grad der Krümmung betragen darf, oder je kleiner das Format der Karte genommen wird.

Ein großes Stück der Erdfläche, oder die Oberfläche der ganzen Erde läßt ſich alſo, mit Beibehaltung einer völligen Aehnlichkeit, durchaus nicht anders, als auf einer Kugel, abbilden. Kugeln aber laſſen ſich bei weitem nicht ſo bequem in jeder Rückſicht behandeln, wie eine Karte, und ſind, beſonders wenn ſie, was nur bei einer anſehnlichen Größe möglich iſt, einigermaßen umſtändlich und vollſtändig die Erdfläche darſtellen ſollen, äußerſt koſtbar. Dieß nöthigt uns, auch große Theile der Erde lieber auf Landkarten abzubilden, wobei aber, weil ſich die Kugelründung durchaus nicht in eine Ebene bringen läßt, Abweichungen von der Geſtalt und Lage in den einzelnen Theilen unausbleiblich ſind, und die Aehnlichkeit mit dem Urbilde verloren gehen muß. Wenn man alſo von einer Landkarte fordert, daß ſich nicht nur die geographiſchen Längen und Breiten der Oerter leicht darnach beſtimmen laſſen, ſondern daß ſich auch die Entfernungen aller Oerter auf ihr eben ſo, wie auf der Erdkugel verhalten, daß ferner Oerter, die auf der Erdfläche, nach dem gewöhnlichen Ausdrucke, in einer geraden Linie, oder vielmehr auf einem größten Kreiſe liegen, ſich auch auf der Karte in gerader Linie befinden, daß hierbei auch der Flächeninhalt des Ganzen und aller einzelnen Theile in richtigem Verhältniſſe dargeſtellt, und zugleich die natürliche Geſtalt der Länder nicht verunſtaltet ſeyn ſoll; ſo fordert man — eine Unmöglichkeit. Man muß ſich damit begnügen, wenn die Karte nur einige von dieſen Bedingungen erfüllt und außer dem allgemeinen Zwecke, eine Ueberſicht des dargeſtellten Landes zu geben, den beſondern Abſichten gemäß iſt, die man durch ſie erreichen will. Die Verſchiedenheit dieſer beſondern Abſichten hat verſchiedene Entwerfungsarten der Karten veranlaßt, welche entweder der einen oder der andern, oder mehreren der angegebenen Bedingungen, freilich immer auf Koſten der übrigen, Genüge leiſten.

Hat man bei der Zeichnung einer Karte keine andere Abſicht, als bei ihrem Gebrauche die Länge und Breite der Oerter leicht finden zu können; ſo dürfen auf dem Papiere nur

die mit der Mittellinie gleichlaufenden Kreiſe (Parallelkreiſe) nebſt den Mittagskreiſen als gerade Linien gezeichnet werden, die ſich unter rechten Winkeln, in gleichen Entfernungen, deren jede einen Grad andeutet, einander durchſchneiden. Man kann alsdann jeden ſolchen Raum, welcher einen Grad darſtellt, an dem Rande der Karte noch in kleinere Theile, z. B. von 5 zu 5 Minuten eintheilen, und in dieſes Netz von Mittagskreiſen und Parallelkreiſen die Oerter nach ihrer Länge und Breite eintragen. Auf einer ſo gezeichneten Karte ließe ſich dann die Länge und Breite jedes darauf verzeichneten Orts ſehr leicht finden, indem man von demſelben eine ſenkrechte Linie auf den nächſten weſtlichen Mittagskreis und den nächſten ſüdlichen Parallelkreis fällt, dieſe Linien in Minuten, ſo wie deren Länge auf dem Rande der Karte ausgedrückt iſt, verwandelt, und die ſo gefundenen Minuten zu den ganzen Graden der Länge und Breite, die jenem Mittagskreiſe und Parallelkreiſe entſprechen, hinzuſetzt.

Dieſe ſchon in den älteſten Zeiten übliche Entwerfungsart iſt nun zwar ſehr bequem, und gewährt die Vortheile, daß ſich die Länge und Breite der Oerter ſehr leicht eintragen und wieder abnehmen läßt, und daß die Mittagskreiſe, eben ſo wie auf der Erdkugel, die Parallelkreiſe ſenkrecht durchſchneiden. Auch läßt ſich der Flächeninhalt eines Landes auf einem Netze dieſer Art ziemlich leicht durch Rechnung finden. Da aber dabei zugleich die Grade der Parallelkreiſe, die (nach VII.) gegen die Angelpunkte immer mehr abnehmen, den Graden des Mittagskreiſes gleich genommen worden ſind; ſo ſieht man leicht, daß nicht einmahl ein kleines Land der Erdfläche, in ein ſolches Netz eingetragen, mit deſſen wahrer Geſtalt auf der Erdkugel übereinſtimmen kann, ſondern immer viel zu breit in ſeiner Ausdehnung von Weſten nach Oſten ausfallen muß, und daß alſo die Entfernungen der Oerter auf der Karte mit ihren wahren Entfernungen auf der Erde in ſehr ungleichen Verhältniſſen ſtehn. Dieſe Verunſtaltung muß natürlich deſto größer werden, je ungleicher die Grade der Parallelkreiſe und der Mittagskreiſe in dem dargeſtellten Lande auf der Erdkugel ſelbſt ſind, alſo je näher es gegen die Angelpunkte zu liegt.

Um die Figur des dargeſtellten Landes weniger zu verunſtalten, ſetzt man daher die Grade auf den Parallelkreiſen den Graden des Mittagskreiſes zuweilen nicht gleich, ſondern giebt dem durch die Mitte der Karte laufenden Parallelkreiſe die wirkliche verhältnißmäßige und allen übrigen ebendieſelbe Größe. Wenn z. B. der 60ſte Grad der Breite durch die Mitte der Karte ginge; ſo würde man die Grade der Parallelkreiſe nur halb ſo groß

machen, als die Grade des Mittagskreiſes, weil der Grad des Parallelkreiſes durch den ſechzigſten Grad der Breite genau halb ſo groß iſt, als ein Grad des Mittagskreiſes.

Auch bei dieſer Entwerfungsart laſſen ſich die Parallelkreiſe und Mittagskreiſe, weil ſie gerade Linien ſind, leicht verzeichnen: ſie gewährt überhaupt alle Vortheile der vorigen, und hat die bei derſelben angegebene Mängel in einem etwas geringeren Grade.

Die Unähnlichkeit zwiſchen der Karte und dem dargeſtellten Lande kann noch mehr vermindert werden, wenn man den Graden nicht bloß des mittleren Parallels, ſondern zweier, am bequemſten der beiden äußerſten Parallelkreiſe ihr richtiges Verhältniß zu den Mittagskreis-Graden giebt.

Die Geſtalt des in ein ſolches Netz eingetragenen Landes wird noch weniger, als beim vorigen, von ſeiner wahren Geſtalt auf der Kugel abweichen; aber es wird nun bloß der mittlere Mittagskreis die Parallelkreiſe ſenkrecht durchſchneiden, und die einzelnen Vierecke des Netzes, welche die Flächengrade auf der Kugel darſtellen, werden ſich in Anſehung der Seiten zwar ziemlich ſo, wie die ihnen entſprechenden auf der Kugel verhalten, in den Winkeln aber, die auf der Kugel ſtets rechte ſind, deſto mehr davon abweichen, je näher ſie dem öſtlichen oder weſtlichen Rande der Karte kommen. Dadurch wird nun freilich das Eintragen jedes Ortes nach ſeiner Länge und Breite, und umgekehrt die Beſtimmung derſelben für jeden auf der Karte verzeichneten Ort erſchwert; doch ſchadet übrigens die Unähnlichkeit der Winkel bei dieſer Entwerfungsart der Aehnlichkeit im Ganzen weniger, als die Abweichung der Seiten von ihren wahren Verhältniſſen bei den vorigen beiden: man kann dieſelbe vielmehr bei einem Lande, das ſich nicht über 15 bis 20 Grade der Länge und Breite erſtreckt, ohne ſehr beträchtliche Fehler in den Entfernungen aller darauf verzeichneten Oerter anwenden, obgleich nur zwei Parallelkreiſe in ihren Graden das völlig richtige Verhältniß zu den Graden der Mittagskreiſe haben, und obgleich die letzten ſelbſt nicht einmal unter ſich vollkommen gleich groß ſind, indem die an den Rändern der Karte wegen ihrer ſchieferen Lage gegen die Parallelen etwas größer werden.

Will man indeſſen den Vortheil nicht aufgeben, daß ſich die Parallelen und Mittagskreiſe unter rechten Winkeln ſchneiden; ſo kann man denſelben nach de l'Isle's Entwerfungsart dadurch erhalten, daß man zwar die Mittagskreiſe als gerade, aber die Parallelen als krumme gleichlaufende Kreiſe auf der Karte verzeichnet. Man zieht zu dieſem Ende zuvörderſt in der Mitte des zu zeichnenden Netzes eine gerade Linie, als Mittags-Kreis, trägt auf dieſelbe die einzelnen ſämmtlich gleichen Grade deſſelben, und durchſchneidet ſie an

zwei Stellen, die am beſten gleich weit von einander und von den beiden äußerſten Breitengraden, welche die Karte enthält, am bequemſten aber in dieſen ſelbſt, angenommen werden, mit zwei ſenkrechten Linien auf welchen man die wahre verhältnißmäßige Größe der Parallelkreiſe, denen ſie angehören, abſteckt. Wenn man nun ſo wohl die zuerſt als Mittagskreis gezogene, als auch die auf die angegebene Art beſtimmte gerade Linie, welche einen dem mittleren zunächſt gelegenen Mittagskreis vorſtellt, gehörig verlängert; ſo müſſen ſie, weil die zweite bei den niedrigern Graden der Breite weiter, als bei den höheren, von der erſten entfernt iſt, endlich in einem Punkte zuſammentreffen. Dieſen ſo beſtimmten, aber bequemer durch Rechnung als durch wirkliche Verzeichnung aufzufindenden Punkt nimmt man für den gemeinſchaftlichen Mittelpunkt an, aus welchem bei dieſer Entwerfungsart die verſchiedenen Parallelkreiſe durch die einzelnen Grade des mittleren Mittagskreiſes gezogen werden. Die wirklich im richtigen Verhältniß beſtimmten Grade zweier Parallelkreiſe machen es unmöglich, daß ſich die übrigen Parallelgrade auf einer ſolchen Karte von der Wahrheit beträchtlich entfernen können. Die Mittagskreiſe ſtellen hier lauter Halbmeſſer vor, die aus jenem gemeinſchaftlichen Mittelpunkte nach den verſchiedenen Parallelen gezogen werden, und da dieſe, die eigentlich größte Kreiſe der Kugel ſind, durch gerade Linien abgebildet werden; ſo können ſich auch alle übrigen größten Kreiſe von der geraden Linie nur wenig entfernen. Daher kann man auch die Entfernungen zweier Oerter auf einer ſo verzeichneten Karte ohne merklichen Irrthum auf einem geradlinigen Maaßſtabe meſſen: in der That iſt dieſer Irrthum ſelbſt bei einer, nicht ganz unbeträchtlichen Entfernung auf einer ſo gezeichneten Karte faſt für nichts zu achten; denn er beträgt z. B. auf 238 geographiſche Meilen nur $\frac{1}{5}$ Meile.

Von dieſer Entwerfungsart iſt diejenige wenig verſchieden, deren ſich Bonne nebſt mehreren Kartenzeichnern bediente, und deren Weſentliches darin beſteht, daß man ſich um die Mitte des darzuſtellenden Erdſtrichs eine Kegelfläche ſo gelegt denkt, daß dieſelbe den daſelbſt gelegenen Parallelkreis allenthalben berührt. Man betrachtet alsdann den Erdſtreif, worin das abzubildende Land liegt als einen ohngefähr eben ſo breiten Streif dieſer Kegelfläche, die man ſich nun in eine Ebene ausgebreitet vorſtellt. Dieſe Entwerfungsart hat alle Vortheile der vorhergehenden: einzelne Länder, die ſich nicht viel über 10 bis 15 Grad in der Länge und Breite erſtrecken, weichen auf einem Netze dieſer Art nur unmerklich von der wahren Geſtalt auf der Kugel ab; und die Entfernungen der Oerter können innerhalb eines ſolchen Raums durchaus ohne merklichen Fehler nach einem geradlinigen

Maaßſtabe gemeſſen werden. Der Unterſchied zwiſchen dieſer und der vorigen Entwerfungsart beſteht bloß darin, daß hier der Mittelpunkt der zu beſchreibenden Parallelkreiſe aus derjenigen geographiſchen Breite gefunden wird, unter welcher man ſich die Seitenfläche des Kegels in Berührung mit der Oberfläche der Kugel denkt, da man dort eben dieſen Mittelpunkt aus zweien geographiſchen Breiten finden mußte, für welche man die Grade auf den Parallelen in ihrem wahren Verhältniſſe zu den Graden auf dem Mittagskreiſe annahm.

Man ſieht leicht, daß nur eigentlich derjenige Parallelkreis, der gerade durch die Mitte der Karte geht, bei dieſer Entwerfungsart das richtige Verhältniß in ſeinen Graden zu den Graden des Mittagskreiſes hat, daß hingegen alle übrigen etwas zu groß ausfallen müſſen. Dieſe Unrichtigkeit, welche bei einem Streifen von 10 Graden noch nicht merklich iſt, läßt ſich, wenn man größere Theile der Erdfläche auf einer Karte darſtellen ſoll, dadurch vermindern, daß man bloß den mittleren Mittagskreis als eine gerade Linie zeichnet, die übrigen aber als krumme Linien darſtellt, die auf jedem Parallelkreiſe nach dem richtigen Verhältniſſe zu einem Grade des Mittagskreiſes von einander entfernt ſind. Dieſe ebenfalls von Bonne für die Darſtellung großer Länder und ganzer Welttheile gebrauchte Entwerfungsart giebt die wahre Entfernung ſehr entlegener Oerter ſo genau an, daß man bei einem Abſtande von 1400 bis 1500 geographiſchen Meilen auf einer ſo gezeichneten Karte nur einen Fehler von etwa 26 Meilen begeht, wenn man ihn nach einem geradlinigen Maaßſtabe mißt. Schwerlich wird man dieſen Fehler, der etwa $\frac{1}{55}$ des ganzen Abſtandes beträgt, bei irgend einer andern Verzeichnungsart noch mehr verkleinern können. Wenn alſo gleich dieſe bonniſche Entwerfungsart darin von ihrem Urbilde abweicht, daß die Vierecke des Netzes nicht aus geraden, ſondern aus lauter krummen Linien beſtehn, und daß ſie, vorzüglich am Rande hin, nicht genau rechtwinkelig ſind; ſo mögte ſie doch für große Stücke der Erdfläche die meiſte Empfehlung verdienen, da die Abweichung von rechten Winkeln nur geringe iſt, da man die Entfernungen ſo ſehr weit von einander entlegener Oerter, bei welchen der Fehler in dieſer Verzeichnungsart merklich wird, ſelten zu meſſen hat, und da alſo in den meiſten Fällen der Irrthum in Abmeſſung der Weiten deſto unbeträchtlicher ausfallen muß, je kleiner auf einer Karte, die einen ſo großen Umfang der Erde vorſtellt, nothwendig der Meilen-Maaßſtab iſt.

Obgleich aber dieſe bonniſche Entwerfungsart mit krummen Mittagskreiſen für ſehr große Länder z. B. Rußland, oder für ganze Welttheile, die vorzüglichſte iſt; ſo gilt doch

von der vorher erwähnten bonniſchen mit geraden Mittagskreiſen für kleinere Erdſtriche nicht eben daſſelbe. Für dieſen Zweck gewährt Murdochs Verfahren mehr Genauigkeit. Dies iſt dem zuerſt erwähnten bonniſchen darin ähnlich, daß das vorzuſtellende Stück der Kugelfläche ebenfalls als ein Stück einer Kegelfläche abgebildet wird, wodurch eben die Mittagskreiſe, weil ſie alle nach der Kegelſpitze laufen, geradlinig ausfallen, die Breitenkreiſe aber Kreisbogen werden, deren gemeinſchaftlicher Mittelpunkt in der Kegelſpitze liegt: darin aber weicht Murdoch von Bonne ab, daß dieſer einen Kegelſtreif wählt, deſſen Mitte den mittleren Theil des darzuſtellenden Erdſtriches allenthalben berührt, Murdoch hingegen einen Kegelſtreif, der mit dem abzubildenden Erdſtreifen gleichen Flächeninhalt hat. Hieraus ergiebt ſich, daß der murdochiſche Kegelſtreif nicht bloß den alleinigen mittleren Parallelkreis, ſondern zwei an beiden Seiten der Mitte gelegene Breitenkreiſe mit der Kugelfläche gemeinſchaftlich haben muß. Da alſo hier die Grade auf zwei Parallelen der Kegel- und Kugel-Fläche einander gleich ſind; ſo kann der Unterſchied zwiſchen den Graden der übrigen nicht völlig gleichen Parallelen doch niemals ſo groß werden, wie bei der bonniſchen Verzeichnungsart, welche zwar mit der murdochiſchen den Vortheil geradliniger und auf den Breitenkreiſen ſenkrecht ſtehender Mittagskreiſe gemein hat, aber dieſer theils an Genauigkeit der Darſtellung wegen des oben angeführten Umſtandes, theils auch noch darin nachſteht, daß hier die Gleichheit des Flächeninhalts zwiſchen der Kegelfläche auf der Karte und dem Urbilde auf der Kugelfläche, welche dort gar nicht erreicht werden konnte, eine weſentliche Bedingung iſt, aus welcher eben die Regeln dieſer Verzeichnungsart abgebildet werden müſſen. Wegen der ſchärferen Genauigkeit kann man daher einen weit größeren Landſtrich auf der murdochiſchen als auf der bonniſchen Kegelfläche ohne merklichen Fehler entwerfen. Murdoch zeigt, daß man beim Gebrauch eines gewöhnlichen Meilen-Maaßſtabes den Abſtand zweier Oerter, die unter dem 10ten und 60ſten Grade der Breite und um 110 Längengrade von einander entfernt wären, nur um $\frac{1}{42}$ der wahren Entfernung auf ſeinen Karten fehlerhaft findet. Freilich betrug der Irrthum auf dem bonniſchen Entwurfe mit krummen Mittagskreiſen ſelbſt bei einer viel größeren Entfernung nur $\frac{1}{55}$ des Ganzen; doch ſieht man hieraus, daß das murdochiſche Verfahren, unter der Bedingung geradliniger und auf den Parallelen ſenkrechten Mittagskreiſe, wohl Alles leiſtet, was nur zu leiſten möglich iſt.

Die beiden letztgenannten Entwerfungsarten ſind unſtreitig die brauchbarſten unter allen. Es iſt daher ein ſchätzbarer Gewinn für die Erdbeſchreibung, daß man jetzt anfängt,

weniger vortheilhafte Verzeichnungsarten zu verlaſſen, und daß der Schul-Atlas, welchen das Induſtrie-Comtoir in Weimar, unter der Aufſicht des berühmten Sternkundigen Herrn von Zach, jetzt im gewöhnlichen Homanniſchen Landkarten-Format herausgiebt, ſo viel als möglich nach Murdochs Vorſchlage gezeichnet worden.

Einige andere weniger vortheilhafte und gebräuchliche Entwerfungsarten können hier füglich übergangen werden. Nur von den verbeſſerten (Mercator's) Seekarten glaube ich anführen zu müſſen, daß ſie zum Gebrauche der Schiffer nothwendig die Breitenkreiſe ſo wohl, als die Mittagskreiſe geradlinig und ſenkrecht von einander durchſchnitten darſtellen müſſen, daß man aber die aus dieſer Zeichnungsart entſtehenden oben angeführten großen Unbequemlichkeiten bei ihnen einigermaßen zu heben geſucht hat, indem man die Grade der Parallelen zwar unter allen Breiten gleich groß annimmt, aber die Grade der Mittagskreiſe mit der zunehmenden Breite ſo vergrößert, daß in jedem Vierecke des Netzes zwiſchen den Längen- und Breiten-Graden eben daſſelbe Verhältniß beobachtet wird, welches daſelbſt die eigentlich immer gleichen Grade des Mittagskreiſes gegen die mit wachſender Breite abnehmenden Grade der Parallelkreiſe haben. Die einzelnen Vierecke behalten alſo von Weſten nach Oſten ſtets gleiche Länge, werden aber gegen die Angelpunkte zu immer höher und höher; ſo daß man eine ſolche Karte für eine Zuſammenſetzung aus mehreren anſehen kann, die mit zunehmender Breite nach einem immer größeren Maaßſtabe gezeichnet ſind. Denn in jedem Breitenſtreife findet man das richtige Verhältniß zwiſchen den Graden der Parallel- und Mittagskreiſe; aber die einzelnen Breitenſtreifen ſcheinen eigentlich nicht zuſammen zu gehören, weil die Grade der Mittagskreiſe auf ihnen von ungleicher Größe ſind.

Bei allen bisher erwähnten Entwerfungsarten hat man die Abſicht, das darzuſtellende Stück der Erdfläche auf einer Karte, ſo viel als möglich, ſo abzubilden, wie es **wirklich** auf der Kugelfläche befindlich iſt. Auch leiſten die zuletzt erwähnten Verfahrungsarten in dieſer Rückſicht ſo viel, als man, bei der Unmöglichkeit, eine Kugelfläche völlig richtig auf einer Ebene darzuſtellen, nur immer fordern kann. Es giebt indeſſen noch eine zweite Klaſſe von Verzeichnungsarten für Landkarten, vermöge deren die Länder nicht ſo dargeſtellt werden ſollen, wie ſie wirklich auf der Erdfläche liegen, ſondern ſo wie ſie **aus irgend einem beſtimmten Geſichtspunkte** einem Zuſchauer **erſcheinen** würden. Man kann daher dieſe Klaſſe von Entwerfungsarten **Geſichtspunkts-Entwürfe** oder **Standpunkts-Entwürfe** (perſpectiviſche) nennen, weil alles bei ihnen von dem Geſichtspunkte abhängt, aus welchem der Zeichner das aufgegebene Land darſtellen will.

Um einen Entwurf dieſer Art zu verfertigen, denkt man ſich vor dem Auge eine durchſichtige Fläche, z. B. eine Glastafel, und von jedem Punkte der Erdfläche, den man auf der Karte darſtellen will, eine gerade Linie, oder einen Lichtſtrahl nach dem Auge gezogen. Der Punkt auf der Glastafel, wo ein ſolcher Lichtſtrahl ſie bei ſeinem Durchgange trifft, beſtimmt auf der Karte für den angenommenenen Standpunkt die Stelle desjenigen Ortes, von welchem her er ins Auge fällt. Die Regeln, nach welchen, dieſen Vorausſetzungen gemäß, für jeden Ort die ihm zugehörige Stelle auf der Karte gefunden werden kann, gehören in eine Anweiſung zum Verfertigen der Landkarten. Hier iſt es hinreichend, nur die Grundſätze anzugeben, von welchen man dabei ausgeht; und nach welchen man den Werth der Arbeit beurtheilen kann.

So viel iſt ſchon für ſich einleuchtend, daß zwei Standpunkts-Entwürfe von eben demſelben Lande einander ſehr unähnlich werden können, ſo bald die beiden Zeichner verſchiedene Standpunkte gewählt haben. In beiden gehen die Lichtſtrahlen zwar von einerlei Orten auf der Erdfläche aus; aber ſie müſſen verſchiedene Richtungen nehmen, um zu dem Auge der Zeichner zu gelangen: ſie werden alſo auch die erwähnte durchſichtige Tafel an ganz verſchiedenen Stellen treffen, je nachdem ſie in das Auge des einen oder des andern Beobachters fallen. Ein Haupt-Augenmerk bei allen Geſichtspunkts-Entwürfen iſt alſo die Wahl eines ſchicklichen Standpunkts, um die Karte theils mit der geringſten Schwierigkeit für den Zeichner zu Stande zu bringen, und ſie theils ihrem *Urbilde* auf der Kugel ſo ähnlich als möglich zu machen.

Am gewöhnlichſten und am vortheilhafteſten iſt es, wenn der Standpunkt für den Zeichner auf der Fläche der Erdkugel ſelbſt gewählt wird; dieß giebt den Flächenpunkts-Entwurf (die ſtereographiſche Projection). Denkt man ſich das Auge in demjenigen Punkte, wo eine, gerade durch die Mitte des zu entwerfenden Landes gezogene Scheitellinie, bei ihrem Durchgange durch die Erde die Fläche derſelben treffen würde, alſo gerade um einen Erddurchmeſſer von dem Mittelpunkte des abzubildenden Landes entfernt und in dem irdiſchen Fußpunkte (Nadir) deſſelben, und zugleich die Verzeichnungstafel auf dem Erddurchmeſſer ſenkrecht, mit der Geſichtskreisfläche des dem Auge gegenüber liegenden Ortes gleichlaufend; ſo werden die an einem Standpunkts-Entwurf zu machenden Forderungen am beſten erfüllt. Man muß ſich natürlich hierbei die Erde wie eine völlig durchſichtige Kugel vorſtellen, und das Auge, als wenn es in die ihm gegenüber ſtehende Höhlung derſelben hineinblickte, zwiſchen welcher und dem Auge dann die Glastafel, oder

die Ebene, auf welcher der Standpunkts-Entwurf gemacht werden ſoll, ſich befindet. Da hier die Entwerfungstafel mit dem Geſichtskreiſe des Orts, welchem das Auge gegenüber liegt, gleichlaufend gedacht wird; ſo heißt dieſe Entwerfungsart ein Flächenpunkts-Entwurf auf dem Geſichtskreiſe (die ſtereographiſche Horizontal-Projection). Je nachdem die Lage des Auges einen beſondern Punkt trifft, pflegt man ihr noch beſondere Namen zu geben. Denkt man ſich das Auge im ſüdlichen Angelpunkt, von wo man am bequemſten die Länder des nördlichen Angelkreiſes entwerfen kann, oder auch im nördlichen Angelpunkt um die Gegend um den ſüdlichen Angelpunkt aus dieſem Geſichtspunkte zu verzeichen; ſo nennt man dieß einen Angelpunkts-Entwurf (Polar-Projection). Stellt man ſich das Auge in irgend einem Punkte der Mittellinie vor, damit es aus dieſem Standpunkte die um einen Erd-Durchmeſſer vom Zuſchauer entfernten unter der Mittellinie gelegenen Länder entwerfe; ſo heißt dieß ein Mittellinien-Entwurf (die ſtereographiſche Aequatorial-Projection.)

Obgleich die Flächenpunkts-Entwürfe unter allen Standpunkts-Entwürfen zu Landkarten die gebräuchlichſten ſind; ſo ſind ſie doch nicht die einzige Art derſelben, deren man ſich dabei bedienen kann. Unter den übrigen Arten erwähne ich hier nur noch den Mittelpunkts-Entwurf (Central-Projection) wo man ſich das Auge, anſtatt auf irgend einem Punkte der Erdfläche, im Mittelpunkte der Erde denkt, und die Zeichnung entweder auf die Geſichtskreisfläche eines Ortes ſelbſt, oder auf eine mit dieſer gleichlaufende Ebene entwirft. Man hat dieſe Verzeichnungs-Art beſonders zu Himmelskarten angewendet, wo es auch der Natur gemäß iſt, ſich das Auge im Mittelpunkte der Himmelskugel vorzuſtellen.

Ueberhaupt beruhen alle Standpunkts-Entwürfe, von welcher Art ſie auch ſeyn mögen, ſtets auf einer erdichteten und eingebildeten Vorausſetzung. Die Bedingung, daß ſich das Auge im Mittelpunkte der Erde, oder im Fußpunkte des vorzuſtellenden Stücks der Erdfläche befinde, und von hier aus die abzubildende Gegend wahrnehme, kann niemals in der Natur erfüllt werden: unmöglich kann es alſo die erſte Hauptregel beim Zeichnen einer Landkarte ſeyn, daß ſie einer ſolchen ſelbſt erſonnenen Vorausſetzung gemäß ausfallen müſſe. Der Hauptzweck bei jeder Entwerfungsart, kann und darf kein anderer ſeyn, als die Aehnlichkeit der Zeichnung mit dem darauf abgebildeten Stücke der Kugelfläche, und da dieſe unmöglich auf einer Ebene vollkommen erreicht werden kann; ſo wird man jede Entwerfungsart nur in ſo fern ſchätzbar finden können, in wie fern die

nothwendige Unähnlichkeit mit dem Urbilde durch ſie verringert wird, oder in wie fern beſondre Abſichten, die man beim Gebrauche einer Karte haben kann, dadurch am beſten erreicht werden. In beider Rückſicht aber können die Flächenpunkts-Entwürfe, die doch unter allen Standpunkts-Zeichnungen noch die vorzüglichſten ſind, auf keinen beſondern Werth Anſpruch machen. Zwar ſchneiden ſich auf ihr die Abbildungen der Mittagskreiſe und der Breitenkreiſe unter rechten Winkeln, wie auf der Kugel, ſo daß die Vierecke in einem Flächenpunkts-Netze, wenigſtens in Anſehung der Winkel, mit dem Urbilde übereinſtimmen; auch iſt derjenige Theil des Entwurfs, welcher nahe bei der Linie liegt, die vom Auge ſenkrecht auf die Entwurfstafel gezogen wird, alſo beim Flächenpunktsentwurf auf dem Geſichtskreiſe die mittlere Gegend der Karte, dem Urbilde noch ziemlich ähnlich: dagegen werden diejenigen Theile, welche ſchief gegen das Auge liegen, auf einer ſolchen Karte immer deſto mehr verunſtaltet, je ſchiefer ihre Lage iſt; ſo daß die äußerſten Theile oft ſehr merklich von der wahren Geſtalt auf der Kugelfläche abweichen. Unſtreitig wird man alſo die beſſeren Entwerfungsarten der vorigen Klaſſe ſchon darum dem Flächenpunkts-Entwurfe vorziehen müſſen, weil jeder ihrer Theile gleiche Genauigkeit hat, er mag in der Mitte der Karte oder am Rande genommen werden. Außerdem iſt bei Flächenpunkts-Entwürfen bloß der mittelſte Mittagskreis, deſſen Grade doch auch, ganz dem Urbilde zuwider, unter einander ſehr ungleich ausfallen, eine gerade Linie: alle übrigen Mittagskreiſe krümmen ſich deſto mehr, je weiter ſie ſich von ihm entfernen. Dieſe Ungleichheit in den Graden der Mittagskreiſe und die Verzerrung des abgebildeten Landes gegen die Ränder der Karte hin, machen es denn auch unmöglich die Entfernungen der Oerter auf denſelben allenthalben nach einerlei Maaßſtab zu meſſen: man muß ſich eines andern in der Mitte und wieder ganz anderer in verſchiedenen Entfernungen vom Rande bedienen. Karten mit geradlinigen Mittagskreiſen gewähren noch die Bequemlichkeit, daß ſie, wenn die Grade der Mittagskreiſe nach einerlei Maaßſtabe gezeichnet worden ſind, mit ihren Grenzen aneinander gelegt, ein zuſammenhangendes Ganze bilden, welches bei einzelnen Standpunkts-Karten nicht ſo leicht angeht, beſonders wenn jede aus einem beſondern Geſichtspunkte gezeichnet iſt. Eben ſo laſſen ſich aus den letzten weit ſchwieriger einzelne Stücke herauszeichnen, als aus den erſten. Und endlich gewähren alle dieſe Standpunkts-Entwürfe auch nicht einmahl dem Zeichner den Vortheil, daß ſie leicht zu zeichnen ſind.

Aus dieſen Gründen zuſammengenommen muß man es wohl als einen Vortheil für die Erdbeſchreibung anſehen, daß die Flächenpunkts-Entwürfe, die ſeit dem Anfange dieſes

Jahrhunderts, vorzüglich durch die Homanniſche Landkarten-Handlung, ſo ſehr herrſchend geworden und ſo zahlreich verbreitet ſind, ſeit kurzer Zeit wieder aufhören, beſſere Entwerfungsarten zu verdrängen.

Aus dieſer ganzen Unterſuchung über die Verfertigung der Landkarten werden die Leſer wahrſcheinlich zu der Ueberzeugung gelangt ſeyn, daß zum Zeichnen, und auch zum Gebrauche derſelben mehr Kenntniſſe und mehr Behutſamkeit erforderlich ſind, als ſie wohl ſonſt gedacht haben mögen. Die Hauptaufgaben, die man durch eine Landkarte am gewöhnlichſten auflöſen will, betreffen theils die wahre Entfernung zweier darauf befindlichen Oerter, theils den Flächeninhalt entweder des ganzen darauf verzeichneten Landes, oder eines beliebigen Stückes davon. Deshalb ſcheint es mir nöthig, beim Schluſſe dieſes Abſchnitts über beide Aufgaben noch etwas hinzuzufügen.

Der Abſtand aller auf einer Karte verzeichneten Oerter kann, wenn das abgebildete Stück der Erdfläche von beträchtlicher Größe iſt, durchaus nicht allenthalben auf der ebenen Karte in gleichem Verhältniß zu ihrem wirklichen Abſtande auf der Kugel ſtehn, der dem durch beide Oerter gelegten Bogen eines größten Kreiſes gleich iſt: folglich werden Abweichungen von der Wahrheit unvermeidlich, wenn man mit einerlei geradlinigem Maaßſtabe jede Entfernung auf einer Karte meſſen will. Freilich werden dieſe Irrthümer deſto unbedeutender, je näher die beiden Oerter, deren Entfernung man wiſſen will, bei einander liegen, je geringer die Ausdehnung des auf der Karte verzeichneten Landſtrichs, und je vorzüglicher die Entwerfungsart der Karte iſt. Wollte man aber Fehler dieſer Art gänzlich vermeiden; ſo müßte man im Stande ſeyn, den Abſtand zweier Oerter ohne Hülfe der Karte zu beſtimmen, wenn man nur in der Karte ihre Länge und Breite richtig verzeichnet gefunden und dieſelben daraus genommen hätte. Auch kann man dieß in der That. Wenn nämlich zwei Punkte der Erdfläche, deren Entfernungen von einander man wiſſen will, einerlei Länge haben, oder in einerlei Mittagskreiſe liegen; ſo darf man nur die Anzahl der Breitengrade, um welche ſie von einander entfernt ſind, funfzehn mahl nehmen; ſo hat man ihren Abſtand in geographiſchen Meilen; denn hier iſt der Mittagskreis ſelbſt der durch beide Oerter gehende größte Kreis auf der Kugel; ihr Abſtand iſt der zwiſchen ihnen gelegene Bogen deſſelben und jeder ſeiner Grade iſt funfzehn geographiſche Meilen lang. Eben ſo verhält man ſich, wenn beide Oerter unter der Mittellinie, alſo ebenfalls in einerlei größtem Kreiſe, und alſo nur um beſtimmte Grade der Länge von einander entfernt liegen. Geht aber kein Bogen der auf der Erdkugel verzeichneten größten Kreiſe

durch die beiden Punkte, deren Abſtand von einander man zu *wiſſen verlangt*, ſo kann man denſelben nur durch Berechnung eines Kugeldreiecks finden, von welchem dieſer Abſtand die eine Seite ausmacht, und deſſen beide andere Seiten die Entfernungen beider Oerter von einem Angelpunkte ſind, welche man, nebſt dem Winkel den ſie am Angelpunkte einſchließen, durch die Angabe ihrer Länge und Breite kennt. Aber ſo wohl die Verfahrungsweiſe bei dieſer Rechnung, als diejenigen Verfahrungsarten, wo man den geſuchten Abſtand durch eine dazu eingerichtete Zeichnung findet, ſind zu weitläuftig und ſetzen zu viele Vorkenntniſſe voraus, als daß ſie hier den Leſern erklärt werden könnten. Deshalb habe ich mich darauf einſchränken müſſen, bei den verſchiedenen Entwerfungsarten der Karten oben anzugeben, mit welchem Grade der Sicherheit ohngefähr man ſich bei einer jeden, eines gleichförmigen geradlinigen Maaßſtabes bedienen könne. Zum gewöhnlichen Gebrauche kann es ausreichen, wenn man nur weiß, bis zu welchem Grade man ſich auf die Richtigkeit einer ſo gemeſſenen Entfernung verlaſſen kann, da man ſelten die Entfernungen ſehr weit von einander entlegener Punkte mit einer ſehr ſcharfen Genauigkeit zu wiſſen verlangt.

Die zweite Frage, nämlich nach dem Flächeninhalte eines Landes, iſt in ſo vielen Rückſichten für den Freund der Erdbeſchreibung und der Staatenkunde wichtig, daß eine Anleitung zu ihrer Beantwortung hier unentbehrlich ſcheint. Wäre die Erde ſtatt einer Kugel eine Ebene, ſo würde man mit dieſer Aufgabe noch leicht genug fertig werden können. Alsdann würden die Breitenkreiſe, ſo wie die Mittagskreiſe allenthalben gleich lang ſeyn, und man würde, um die Größe des zwiſchen zwei benachbarten Längen- und Breiten-Graden eingeſchloſſenen Raums (die Größe eines Flächen-Grades) zu finden, ſich bloß daran erinnern dürfen, daß alsdann jeder Grad eines Breitenkreiſes ebenfalls 15 Meilen lang wäre, daß alſo auf demſelben die Seitenlinien von 15 Flächenmeilen neben einander gelegt werden könnten, und daß, wenn man nun aus jeder ſolcher Längenmeile eine Flächenmeile machte, wie in Tafel I. Fig. 8. aus der Linie AB die Figur ABCD gemacht iſt, 15 ſolche Reihen von Flächenmeilen längs eines Grades im Mittagskreiſe übereinander geſetzt werden müßten, um den Raum bis an den nächſten Breitenkreis auszufüllen. Man würde alſo in dieſem Falle allenthalben ohne Unterſchied in jedem Flächengrade 15 Reihen von Flächenmeilen, und in jeder Reihe wieder funfzehn einzelne Flächenmeilen, alſo zuſammen funfzehn mahl funfzehn, oder 225 Flächenmeilen finden. Um nun den Flächeninhalt eines Landes auszumitteln, wäre bloß zuvörderſt nöthig, auf der Karte nachzuſehn, wie viele Flächengrade die ganze Karte

enthielte, welches ſich aus ihrem Netze, deſſen Linien ſich an den Rändern endigen, leicht ergiebt: da aber auf jeder Karte, außer dem abgebildeten Lande ſelbſt, noch immer Stücke von den angrenzenden Gegenden verzeichnet ſind; ſo müßte man hernach nicht nur alle diejenigen Flächengrade, worin bloß Nachbarländer liegen, ſondern auch bei einzelnen nicht gänzlich mit dem Hauptlande, ſondern zum Theil mit Nebenländern ausgefüllten Flächengraden, diejenigen entweder nach dem Augenmaaße geſchätzten, oder durch Eintheilung des Flächengrades in kleinere Vierecke genauer beſtimmten Stücke derſelben, die zu dem Hauptlande nicht gehören, genau zuſammenzählen, und ſie von der Summe aller auf der ganzen Karte verzeichneten Flächengrade abziehn. Auf dieſem Wege würde man die Anzahl der Flächengrade finden, welche das abgebildete Land einnimmt, und man dürfte dieſe Zahl nur 225 mal nehmen, um den geſuchten Flächeninhalt in geographiſchen Flächenmeilen zu haben.

Dieſes Verfahren, den Flächeninhalt eines Landes zu finden, wird aber dadurch etwas umſtändlicher, daß man auf die Kugelgeſtalt der Erde nothwendig Rückſicht nehmen muß, da die Grade der Breitenkreiſe vermöge derſelben ſehr ungleich und gegen die Angelpunkte zu immer kleiner ausfallen; ſo daß man zwar an einen jeden der ſtets gleich bleibenden Grade des Mittagskreiſes 15 Reihen von Flächenmeilen übereinander legen kann, aber nicht in jeder dieſer Reihen von einem Breitengrade bis zum andern 15 Meilen an einander ſetzen darf. Daraus entſteht eine ſehr auffallende Verſchiedenheit in dem Flächeninhalte eines Flächengrades, je nachdem er unter andern Graden der Breite liegt. Nur unter der Mittellinie kann ein Flächengrad beinahe 15 mal 15, d. i. 225 Flächenmeilen betragen: je weiter er ſich von derſelben entfernt; deſto kleiner muß er ausfallen. So haben wir z. B. oben (VII) geſehen, daß der Grad eines Breitenkreiſes unter dem 60ſten Grade der Breite genau halb ſo groß iſt, als ein Grad der Mittellinie, und nur $7\frac{1}{2}$ Meile beträgt; ein Flächengrad unter dieſer Breite würde alſo, wenn er eine vollkommene Ebene und nicht eine krumme Fläche wäre, doch nur 15 mal $7\frac{1}{2}$ d. i. $112\frac{1}{2}$ Flächenmeile, und unter dem 86ſten Grade wo der Grad eines Breitenkreiſes nicht viel über eine Meile lang iſt, würde alſo der Flächengrad unter derſelben Vorausſetzung nicht viel über 15 Flächenmeilen enthalten können. In der That wird er auch dieſe nicht einmal enthalten, weil ein Grad des Breitenkreiſes zwiſchen dem 86ſten und 87ſten Grade ſchon ſo merklich abgenommen hat, daß er unter der Breite von $86\frac{1}{2}°$ nicht mehr viel über $\frac{9}{10}$ und unter $87°$ nicht viel über $\frac{3}{4}$ einer geographiſchen Meile lang iſt.

Dieſer Unterſchied in dem Inhalte eines Flächengrades **unter** *verſchiedenen* Breiten iſt alſo viel zu wichtig, als daß man ihn aus der Acht laſſen **dürfte**, und man muß daher um den Flächeninhalt eines Landes zu berechnen, auf die **Breite**, worunter es liegt, genau Rückſicht nehmen. Um aber die Größe des Flächengrades *unter* jedem Grade der Breite zu wiſſen und darnach den Flächeninhalt eines gegebenen Landes zu beſtimmen, bediene man ſich der folgenden Tafel: man findet darin neben jedem Grade der Breite die Anzahl der geographiſchen Flächenmeilen angegeben, die ein rund um die Erde gehender Streif unter dieſer Breite enthält; ferner die Zahl der geographiſchen Flächenmeilen die in einem einzelnen Flächengrade unter eben derſelben Breite enthalten ſind. Da der Unterſchied im Flächeninhalt nicht nur zwiſchen ganzen, ſondern auch ſchon zwiſchen halben Graden, beſonders gegen die Angelpunkte zu, ziemlich merklich iſt; ſo ſind dieſe beiden Größen hier nicht nur für die ganzen, ſondern auch für halbe Grade angegeben.

Tafel

für den Flächeninhalt der Flächengrade

unter verſchiedenen Breiten.

Breite.	Flächeninhalt eines einen halben Grad breiten Streifens der Erdkugel in geographiſchen Flächenmeilen.	Flächeninhalt des einzelnen halben Flächengrades. Die Zahlen hinter dem Komma zeigen Tauſendtheilchen einer geographiſchen Flächenmeile an.	Flächeninhalt eines einen ganzen Grad breiten Streifens der Erdkugel in geographiſchen Flächenmeilen.	Flächeninhalt des einzelnen Flächengrades. Die Zahlen hinter dem Komma ſind Tauſendtheilchen einer geographiſchen Flächenmeile.
von 0° 0′ bis zu 0° 30′	40499	112,495	80996	224,988
1° 0′	40497	112,491		
1° 30′	40490	112,472	80971	224,920
2° 0′	40481	112,447		
2° 30′	40469	112,413	80922	224,783
3° 0′	40453	112,369		
3° 30′	40435	112,319	80848	224,577
4° 0′	40413	112,258		
4° 30′	40388	112,188	80749	224,303
5° 0′	40361	112,113		
5° 30′	40330	112,027	80626	223,961
6° 0′	40296	111,930		
6° 30′	40259	111,830	80478	223,541
7° 0′	40219	111,719		
7° 30′	40176	111,600	80306	223,072
8° 0′	40130	111,472		
8° 30′	40081	111,336	80110	222,526
9° 0′	40029	111,191		
9° 30′	39973	111,036	79888	221,911
10° 0′	39915	110,875		
10° 30′	39853	110,702	79642	221,229
11° 0′	39789	110,523		
11° 30′	39721	110,336	79372	220,480
12° 0′	39651	110,141		
12° 30′	39578	109,938	79080	219,664
13° 0′	39502	109,727		
13° 30′	39422	109,505	78761	118,780
14° 0′	39339	109,275		
14° 30′	39254	109,038	78319	217,835
15° 0′	39165	108,791		

Breite.	Flächeninhalt eines einen halben Grad breiten Streifens der Erdkugel in geographiſchen Flächenmeilen.	Flächeninhalt des einzelnen halben Flächengrades. Die Zahlen hinter dem Komma zeigen Tauſendtheilchen einer geographiſchen Flächenmeile an.	Flächeninhalt eines einen ganzen Grad breiten Streifens der Erdkugel in geographiſchen Flächenmeilen.	Flächeninhalt des einzelnen Flächengrades. Die Zahlen hinter dem Komma ſind Tauſendtheilchen einer geographiſchen Flächenmeile.
15° 30′	39074	108,538	78053	216,814
16° 0′	38979	108,275		
16° 30′	38882	108,005	77664	215,732
17° 0′	38782	107,727		
17° 30′	38678	107,438	77250	214,584
18° 0′	38572	107,144		
18° 30′	38463	106,841	76814	213,370
19° 0′	38351	106,530		
19° 30′	38235	106,208	76352	212,092
20° 0′	38117	105,880		
20° 30′	37997	105,547	75870	210,749
21° 0′	37873	105,[illegible]02		
21° 30′	37746	104,850	75363	209,341
22° 0′	37617	104,491		
22° 30′	37484	104,122	74833	207,870
23° 0′	37349	103,747		
23° 30′	37211	103,364	74281	206,336
24° 0′	37070	102,972		
24° 30′	36926	102,572	73706	204,739
25° 0′	36780	102,166		
25° 30′	36630	101,750	73108	203,079
26° 0′	36478	101,327		
26° 30′	36323	100,897	72489	201,358
27° 0′	36166	100,461		
27° 30′	36005	100,013	71847	199,575
28° 0′	35842	99,555		
28° 30′	35676	99,100	71183	197,731
29° 0′	35507	98,630		
29° 30′	35336	98,155	70498	195,828
30° 0′	35162	97,666		
30° 30′	34985	97,180	69791	193,864
31° 0′	34806	96,683		
31° 30′	34624	96,172	69063	191,842
32° 0′	34439	95,663		
32° 30′	34252	95,144	68314	189,761
33° 0′	34062	94,616		
33° 30′	33870	94,083	67544	187,622
34° 0′	33674	93,538		
34° 30′	33477	92,991	66754	185,426
35° 0′	33277	92,436		
35° 30′	33074	91,872	65943	183,173
36° 0′	32869	91,302		
36° 30′	32661	90,725	65112	180,865
37° 0′	32451	90,141		
37° 30′	32238	89,550	64261	178,502
38° 0′	32023	88,952		
38° 30′	31805	88,347	63390	176,085
39° 0′	31585	87,736		
39° 30′	31363	87,119	62501	173,613
40° 0′	31138	86,494		

Breite.	Flächeninhalt eines einen halben Grad breiten Streifens der Erdkugel in geographiſchen Flächenmeilen.	Flächeninhalt des einzelnen halben Flächengrades. Die Zahlen hinter dem Komma zeigen Tauſendtheilchen einer geographiſchen Flächenmeile an.	Flächeninhalt eines einen ganzen Grad breiten Streifens der Erdkugel in geographiſchen Flächenmeilen.	Flächeninhalt des einzelnen Flächengrades. Die Zahlen hinter dem Komma ſind Tauſendtheilchen einer geographiſchen Flächenmeile.
40° 30′	30911	85,861	61593	171,089
41° 0′	30682	85,227		
41° 30′	30449	84,580	60664	168,513
42° 0′	30215	83,930		
42° 30′	29979	83,275	59719	165,885
43° 0′	29740	82,611		
43° 30′	29497	81,941	58754	163,207
44° 0′	29257	81,269		
44° 30′	29010	80,583	57772	160,479
45° 0′	28762	79,894		
45° 30′	28512	79,200	56773	157,703
46° 0′	28261	78,502		
46° 30′	28006	77,794	55756	154,878
47° 0′	27750	77,083		
47° 30′	27491	76,361	54722	152,006
48° 0′	27231	75,641		
48° 30′	26968	74,911	53672	149,088
49° 0′	26704	74,177		
49° 30′	26437	73,436	52605	146,124
50° 0′	26168	72,688		
50° 30′	25897	71,936	51522	143,116
51° 0′	25625	71,177		
51° 30′	25350	70,416	50423	140,064
52° 0′	25073	69,647		
52° 30′	24795	68,875	49310	136,970
53° 0′	24515	68,097		
53° 30′	24232	67,311	48180	133,833
54° 0′	23948	66,522		
54° 30′	23662	65,727	47037	130,656
55° 0′	23374	64,927		
55° 30′	23085	64,125	45879	127,440
56° 0′	22794	63,316		
56° 30′	22500	62,500	44705	124,184
57° 0′	22205	61,680		
57° 30′	21909	60,858	43521	120,891
58° 0′	21612	60,033		
58° 30′	21312	59,200	42322	117,561
59° 0′	21010	58,361		
59° 30′	20707	57,519	41110	114,195
60° 0′	20403	56,675		
60° 30′	20097	55,825	39886	110,794
61° 0′	19789	54,969		
61° 30′	19480	54,111	38649	107,359
62° 0′	19169	53,247		
62° 30′	18857	52,380	37401	103,892
63° 0′	18544	51,511		
63° 30′	18229	50,636	36141	100,393
64° 0′	17912	49,755		
64° 30′	17595	48,875	34871	96,864
65° 0′	17276	47,989		

Breite.	Flächeninhalt eines einen halben Grad breiten Streifens der Erdkugel in geographiſchen Flächenmeilen.	Flächeninhalt des einzelnen halben Flächengrades. Die Zahlen hinter dem Komma zeigen Tauſendtheilchen einer geographiſchen Flächenmeile an.	Flächeninhalt eines einen ganzen Grad breiten Streifens der Erdkugel in geographiſchen Flächenmeilen.	Flächeninhalt des einzelnen Flächengrades. Die Zahlen hinter dem Komma ſind Tauſendtheilchen einer geographiſchen Flächenmeile.
65° 30′	16956	47,100	33590	93,305
66° 0′	16634	46,205		
66° 30′	16311	45,308	32298	89,717
67° 0′	15987	44,408		
67° 30′	15662	43,505	30998	86,103
68° 0′	15336	42,600		
68° 30′	15008	41,688	29686	82,462
69° 0′	14678	40,772		
69° 30′	14349	39,858	28367	78,796
70° 0′	14018	38,938		
70° 30′	13686	38,016	26939	75,106
71° 0′	13353	37,091		
71° 30′	13018	36,161	25701	71,393
72° 0′	12683	35,230		
72° 30′	12347	34,297	24357	67,658
73° 0′	12010	33,361		
73° 30′	11672	32,422	23005	63,903
74° 0′	11333	31,480		
74° 30′	10993	30,536	21645	60,128
75° 0′	10652	29,588		
75° 30′	10311	28,641	20280	56,335
76° 0′	9969	27,691		
76° 30′	9626	26,738	18909	52,525
77° 0′	9283	25,786		
77° 30′	8938	24,827	17531	48,698
78° 0′	8593	23,869		
78° 30′	8247	22,908	16148	44,857
79° 0′	7901	21,947		
79° 30′	7555	20,984	14762	41,002
80° 0′	7207	20,019		
80° 30′	6859	19,052	13369	37,135
81° 0′	6510	18,083		
81° 30′	6161	17,113	11972	33,256
82° 0′	5811	16,141		
82° 30′	5461	15,169	10572	29,368
83° 0′	5111	14,197		
83° 30′	4760	13,222	9169	25,470
84° 0′	4409	12,247		
84° 30′	4058	11,272	7764	21,565
85° 0′	3706	10,294		
85° 30′	3354	9,316	6355	17,653
86° 0′	3001	8,336		
86° 30′	2649	7,358	4945	13,736
87° 0′	2296	6,377		
87° 30′	1943	5,397	3533	9,814
88° 0′	1590	4,416		
88° 30′	1237	3,436	2121	5,890
89° 0′	884	2,455		
89° 30′	530	1,472	707	1,963
90° 0′	177	0,491		

Um den Leſern den Gebrauch dieſer Tafeln deſto genauer bekannt zu machen, wollen wir denſelben an einem leichten Beiſpiele zeigen, und nach der von Güſſefeld geſtochenen allgemeinen Karte von Deutſchland (vom Jahr 1789) die ſich gewiß in aller Händen befindet, den Flächeninhalt von Deutſchland auszumitteln ſuchen.

Zuvörderſt lehrt der Anblick der Karte ſogleich, daß Deutſchland's Grenze innerhalb 10 Graden der Breite eingeſchloſſen iſt, indem es ſich weder nordwärts über den 55ſten, noch ſüdwärts über den 45ſten Grad der Breite hinaus erſtreckt. Wir werden alſo den Flächeninhalt des ganzen finden, wenn wir den Flächeninhalt eines jeden von dieſen zehn Breitenſtreifen ſuchen, und dieſe zehn Ergebniſſe in eine Geſamtzahl vereinigen.

Um die Ausdehnung jedes einzelnen Grades auf der Karte deſto genauer zu überſehn, wird es nützlich ſeyn die Grenzlinien der einzelnen Grade zu ziehn, welches auf der Karte ſelbſt nur von zwei zu zwei Graden, ſo wohl in der Länge als in der Breite geſchehen iſt. In Anſehung der Längengrade hat dieß nicht die mindeſte Schwierigkeit; denn man darf nur die an der obern und untern Leiſte der Karte befindlichen ungeraden Zahlen 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33 und 35 oder wenigſtens diejenigen Zahlen, durch welche Mittagskreiſe an der Grenze angezeigt werden, durch gerade längs der ganzen Karte durchgezogene Linien vereinigen. Um die Grenzen der Breitengrade zu finden die auf der Karte bei den graden Zahlen 54, 52, 50 u. ſ. w. nicht durchaus verzeichnet ſind, geht man mit einem Zirkel, zwiſchen deſſen Schenkeln man die Eröffnung bis zu dem nächſten auf der Karte durchaus angegebenen Breitengrade an einer der beiden Seitenleiſten genommen hat, längs dieſes Breitengrades fort und zeichnet den durch den zweiten Schenkel des Zirkels auf dieſe Weiſe angezeigten Kreisbogen. Durch dieſes Verfahren wird jedes auf der Karte verzeichnete Viereck in vier andere getheilt, deren jedes einen Flächengrad enthält. Man könnte auf gleiche Art den einzelnen Flächengrad vermöge der an den Leiſten der Karte angegebenen Theilungsſtriche von 10 zu 10 Minuten den Flächengrad noch in kleinere Vierecke eintheilen; für unſern Zweck iſt es aber hinreichend, die kleinern Theile des Grades an den Grenzen bloß nach dem Augenmaaße zu ſchätzen. So findet man, mit geringer Abweichung von der genauen Wahrheit, wie viele Flächengrade in jedem der zehn Breitenſtreifen enthalten, ſind. Nämlich

1. Zwiſchen dem 55ſten und 54ſten Grade der Breite $2\frac{3}{8}$° oder, da faſt dieſer ganze Strich zwiſchen 54° und $54\frac{1}{2}$° liegt, wenn man es auf dieſen einen halben Grad breiten Streifen bezieht, $4\frac{3}{4}$ ſolche halbe Grade.

II.	zwiſchen dem	54ſten	und	53ſten	Grade der Breite				9°
III.	—	— 53	—	— 52	—	—	—		9°
IV.	—	— 52	—	— 51	—	—	—		10¼°
V.	—	— 51	—	— 50	—	—	—		13⅛°
VI.	—	— 50	—	— 49	—	—	—		12⅛°
VII.	—	— 49	—	— 48	—	—	—		9⅝°
VIII.	—	— 48	—	— 47	—	—	—		8°
IX.	—	— 47	—	— 46	—	—	—		4¼°
X.	—	— 46	—	— 45	—	—	—		1½°

Nimmt man nun die zu dieſen Breitenſtreifen in der Tabelle gehörigen Zahlen, für den erſten, der in Beziehung auf einen halben Grad zu 4¾ geſchätzt iſt, aus der zweiten, für die übrigen aber, in welchen die Vielfachen ganzer Flächengrade gezählt ſind, aus der fünften Reihe derſelben; ſo erhält man für die einzelnen in derſelben Ordnung, wie ſie oben aufgeführt ſind:

Für	I.	4¾	mal	65,727	oder	312,204	geographiſche Flächenmeilen.
—	II.	9	—	133,833	—	1204,497	— — — —
—	III.	9	—	136,970	—	1232,730	— — — —
—	IV.	10¼	—	140,064	—	1435,656	— — — —
—	V.	13⅛	—	143,116	—	1878,397	— — — —
—	VI.	12⅛	—	146,124	—	1771,754	— — — —
—	VII.	9⅝	—	149,088	—	1434,972	— — — —
—	VIII.	8	—	152,006	—	1216,048	— — — —
—	IX.	4¼	—	154,878	—	658,323	— — — —
—	X.	1½	—	157,703	—	236,554	— — — —

Alſo der Flächeninhalt von Deutſchland 11381,135 geographiſche Flächenmeilen.

Gatterer und Büſching geben den Inhalt von Deutſchland mit Inbegriff von Böhmen, aber ohne Schleſien und Preußen, ſo wie er hier ebenfalls berechnet iſt, zu 11378 geographiſchen Flächenmeilen an: eine Angabe, die nur um 3 Flächenmeilen von der unſrigen abweicht, und ihr noch näher kommen würde, wenn wir für den nördlichſten Streif nicht 4¾ mal 65,727; ſondern 2⅜ mal 130,656 genommen hätten, wo wir 310,308 Flächenmeilen für den Inhalt deſſelben gefunden haben würden.

Man könnte eben dieſen Flächeninhalt auch noch auf eine andre Art herausbringen, wenn man erſt den Flächeninhalt des ganzen Viertels berechnete, welches dieſes Land einſchließt, und alsdann den ſämmtlichen Raum davon abzöge, der in dieſem Vierecke nicht zu Deutſchland, ſondern zu ſeinen Nachbarländern gehört.

Jenes Viereck könnte man finden, wenn man den Flächeninhalt von jedem einzelnen Grade der Breite, wovon etwas in Deutſchland liegt, alſo vom 55ſten bis zum 45ſten aus der vorigen Tafel ſucht, und die ſo gefundenen Zahlen addirt. Die Geſammtzahl dieſer Breitengrade gäbe den Flächeninhalt eines Streifens vom 55ſten bis zum 45ſten Breitengrade, der einen Grad breit wäre. Da ſich aber Deutſchland von dem 20ſten bis zum 37ſten Grade der Länge erſtreckt, und in jenem Vierecke folglich 17 ſolche Streifen enthalten ſind; ſo müßte man den Inhalt eines ſolchen Streifens 17 mahl nehmen, um den Flächeninhalt des ganzen unſer Vaterland umſchließenden Vierecks zu finden. Weil aber dieſes Viereck beträchtlich größer iſt, als Deutſchland, indem es viele andere nicht dazu gehörige Länder, z. B. in Nordweſt ein Stück der Nordſee und die ſämmtlichen Niederlande, ſo wie in Nordoſt ein beträchtliches Stück von Preußen u. ſ. w. enthält; ſo müßte man nur unterſuchen, wie vielen Raum die zu Deutſchland nicht gehörigen Länder in jedem Breitenſtreifen einnehmen, und die Summe deſſelben von jenem ganzen Vierecke abziehn, um den Inhalt von Deutſchland allein übrig zu behalten. Man könnte dieſes zweite Verfahren allenfals wie eine Probe des erſten gebrauchen, weil die letzten Ergebniſſe in beiden übereinſtimmen müſſen, wenn bei keinem ein Fehler vorgegangen iſt.

So wie aber die Längenmaaße auf der Erde z. B. Meilen oder Fuß, ſehr von einander abweichen; ſo findet ſich natürlich auch eine gleiche Verſchiedenheit bei den Flächenmaaßen. Man muß daher wiſſen, wie man zwei Flächenmeilen verſchiedener Art mit einander vergleichen, und die eine in die andre verwandeln kann. Eine geringe Ueberlegung wird uns ſchon davon zurückhalten, bei zwei verſchiedenen Flächenmeilen eben daſſelbe Verhältniß zu vermuthen, wie bei den Längenmeilen, denen ſie zugehören. Wir wiſſen, daß der Flächeninhalt eines Quadrats, deſſen Seite 15 Meilen lang wäre, dadurch gefunden wird, wenn wir uns an der untern Seite 15 Flächenmeilen neben einander, und dann längs der Höhe deſſelben 15 ſolche Reihen über einander geſtellt denken, und daß dies Quadrat alſo 15 mahl 15, oder 225 ſolche Flächenmeilen enthält, wovon 15 Längenmeilen jeder ſeiner Seiten gleich ſind. Hätte man nun eben dieſes Quadrat mit einer um ſo viel kleineren Meile gemeſſen, daß 20 Meilen ſeiner Seiten gleich wären; ſo würden

natürlich 20 Flächenmeilen dieſer Art längs der untern Seite dieſes Quadrats neben einander Platz haben, und 20 ſolche Reihen über einander geſtellt werden müſſen, ehe das Quadrat nach oben zu ausgefüllt wäre: es würden alſo 20 mahl 20, 400 Flächenmeilen der zweiten Art einen eben ſo großen Raum einnehmen, als 225 der erſten Art. Es ſind daher von ſolchen Meilen, deren 20 auf einen Grad gehn, 400 Flächenmeilen nur eben ſo viel, als 225 Flächenmeilen von ſolchen Längenmeilen, deren 15 auf einen Grad gehn. Wir haben oben geſehn, daß von Seemeilen 20 auf einen Grad gerechnet werden, und nun ſind wir im Stande, eine in Flächenmeilen dieſer Art beſtimmte Fläche auch durch geographiſche Meilen auszudrücken. Wäre uns z. B. ein Raum von See-Flächen 1000 Meilen gegeben; ſo würden wir nach der gewöhnlichen Regel de tri ſagen:

400 geben 225; was geben 1000?

die Rechnung würde uns lehren, daß 1000 See-Flächenmeilen $562\frac{1}{2}$ geographiſchen Flächenmeilen gleich ſind.

Ueberhaupt ergiebt ſich aus den vorigen Betrachtungen die Regel, daß man, um eine gegebene Art von Flächenmeilen in eine andre Art zu verwandeln, bei einer jeden die Zahl, welche das Verhältniß der ihr zugehörigen Längenmeile zu der Länge eines Grades der Mittellinie angiebt, mit ſich ſelbſt multipliciren müſſe, und dann dieſe Zahlen auf die beiden erſten Stellen einer Regel de tri-Rechnung ſetzen müſſe, deren dritte Stelle die gegebene Zahl einnimmt, für welche man den Ausdruck in der zweiten Meilenzahl ſucht. Es verſteht ſich, daß die Meilen-Art, die mit der gegebenen gleich iſt, auf die erſte, und die mit der geſuchten gleichartigen auf die zweite Stelle beim Anſatze gebracht werden muß. Geſetzt z. B. es wüßte jemand, daß der Flächeninhalt der Inſel Corſika 432 franzöſiſche Flächenmeilen betrage, von welchen 25 Längenmeilen auf einen Grad der Mittellinie gehn, und er wünſchte nun, den Flächeninhalt in geographiſchen Flächen-Meilen zu wiſſen, um deſſen Größe mit der Größe anderer Länder, deren Inhalt er nach dem letzten Flächenmaaße kennt, zu vergleichen; ſo müßte er zuerſt ſagen: 15 mahl 15 oder 225 geographiſche Flächenmeilen ſind eben ſo viel, wie 25 mahl 25 oder 625 franzöſiſche Flächenmeilen, und alsdann nach der Regel de tri anſetzen:

625 franzöſiſche Flächenmeilen geben 225 geographiſche; was geben 432?

ſo würde er finden, daß der Flächeninhalt von Corſica $155\frac{325}{625}$ geographiſche Flächenmeilen beträgt.

Auf eine ähnliche Weiſe laſſen ſich alle Verwandlungen verſchiedener Flächenmeilen in

einander durch eine ſehr leichte, und meiſtens ziemlich bequeme Rechnung zu Stande bringen.]

XIII.

Von der Sonne, dem Monde, den Sonnen- und Mond-Finſterniſſen, von den übrigen Weltkörpern unſers Sonnengebiets, und von den Himmelskörpern überhaupt.

Nach der im vorigen Abſchnitt enthaltenen Erläuterung über die Meſſung und Beſtimmung verſchiedener Räume auf der Erdfläche könnten die Leſer etwas Aehnliches über die Zeitbeſtimmung erwarten. Da aber unſere Zeitbeſtimmungen nicht bloß von der täglichen Umwälzung der Erde um ihre Achſe und ihrem jährlichen Laufe um die Sonne, ſondern zum Theil auch vom Monde, abhängig ſind; ſo muß einige Nachricht von dieſem Begleiter unſerer Erde nothwendig der Lehre von der Zeitrechnung vorangehn. Außerdem fordert dieſe Lehre auch noch eine weitere Aufklärung von der ſcheinbaren Sonnenbewegung, als oben (VI) erforderlich war, wo es bloß darauf ankam, die durch den jährlichen Umlauf der Erde verurſachten Erſcheinungen begreiflich zu machen. Dieſe Nothwendigkeit über die beiden, für uns vorzüglich wichtigen Körper unſers Sonnengebiets hier nähere Auskunft zu geben, gewährt einen ſchicklichen Anlaß, das Verhältniß unſerer Erde zu andern Himmelskörpern überhaupt zu betrachten, und zu dieſem Behufe das Weltgebäude im Ganzen und deſſen Anordnung kennen zu lernen. Der Inhalt dieſes Abſchnitts wird für den Leſer zwiſchen den beiden etwas mehr Anſtrengung fordernden Unterſuchungen über Raum- und Zeit-Berechnung hoffentlich eine willkommene Erholung gewähren.

Unſtreitig iſt die Sonne, ſo wie ſie uns als der hellſte und glänzendſte Weltkörper erſcheint, für uns auch der wichtigſte unter allen, die wir am Himmel wahrnehmen. Ihre Ankunft in den Geſichtskreis des Erdbewohners verbreitet über den ihm ſichtbaren Theil der Erdfläche das helle Licht des Tages, vor deſſen Glanze alle übrigen Geſtirne verſchwinden: bei ihrer Entfernung umhüllt uns die Dunkelheit der Nacht. Man kann indeſſen wohl daran zweifeln, ob die Sonne, als Hauptquell des Erdenlichts doch nicht einen geringern Einfluß auf uns hat, als derjenige iſt, den ſie durch die erwärmende Kraft ihrer Strahlen äußert. Dieſe Wärme mag den Sonnenſtrahlen eigenthümlich ſeyn, oder ſie mag durch ihren Anſtoß, oder durch ihre chemiſche Verbindung mit den irdiſchen Körpern entwickelt werden, immer bleibt ſo viel gewiß, daß ſie deſto ſtärker wird, je länger die Körper der Sonne ausgeſetzt bleiben, je mehr Strahlen ſie von ihr auffaſſen, und

je mehr ſich die Richtung der Strahlen gegen einen Körper der ſenkrechten nähert. Mit Recht alſo ſehen wir die Sonne als die erſte Erzeugerinn jener fühlbaren Wärme an, welcher jedes organiſche Weſen ſein Daſeyn und ſein Gedeihen vorzüglich verdankt: ihr ungleicher Stand gegen verſchiedene Orte der Erdfläche bringt die meiſten Abwechſelungen auf derſelben hervor; denn von ihr allein rührt jede Ungleichheit in der Länge der Tage und Nächte her, von ihr kommt der Wechſel der Jahreszeiten, ſie beſtimmt größtentheils den Grad der Fruchtbarkeit ſammt deren jährlichen Rückkehr, ſo wie die Kälte und Wärme jeder Gegend und dadurch die Anzahl und die Natur der lebloſen oder lebendigen Weſen, die in einer jeden entſtehen oder ſich erhalten können; kurz, von ihr hängt größtentheils das menſchliche Wohlſeyn ab.

Schon oben (VI) haben wir geſehn, daß die Sonne während eines Jahres in eben der Zeit einen größern Kreis des Himmels zu durchlaufen ſcheint, während deren die Erde eigentlich in eben derſelben Ebene einen Umlauf um die Sonne vollendet. Wäre die Erdbahn ein Kreis, in deſſen Mittelpunkt ſich die Sonne befindet; ſo wäre die Entfernung zwiſchen beiden ſtets gleich, die Sonne würde uns zu allen Zeiten gleich groß ſcheinen, und ſich in ihrer ſcheinbaren Bahn täglich um gleich viel am Himmel gegen Morgen fortbewegen, um in jedem Jahr einen vollen Kreis von 360° zu vollenden. Da aber die Erdbahn kein Kreis, ſondern eine länglichtrunde krumme Linie (Ellipſe) iſt, die um etwas ſehr weniges von einem Kreiſe abweicht, und alſo die Sonne, die etwa um $\frac{1}{100}$ des größern Durchmeſſers der Erdbahn, an deren Mittelpunkte nach der einen Seite hin entfernt ſteht, zu verſchiedenen Jahreszeiten ungleich weit von der Erde befindlich iſt (VI); ſo folgt hieraus auch eine Ungleichheit in der ſcheinbaren Größe der Sonne und in ihrer ſcheinbaren jährlichen Bewegung um die Erde.

Den ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne ſetzten ſchon die Alten ziemlich genau auf etwas über einen halben Grad *). Die Verbeſſerung der Werkzeuge hat in neuern Zeiten genauere Meſſungen gemacht, wodurch die ungleiche Größe des Sonnendurchmeſſers zu verſchiedenen Jahreszeiten außer Zweifel geſetzt und damit zugleich die Annahme einer völlig kreisförmigen Erdbahn, in deren Mittelpunkt ſich die Sonne befinde, unrichtig befunden

*) Um ſich dieſe Beſtimmung deutlich zu machen, muß man bedenken, daß man am Himmel gar nichts nach irgend einem Längenmaaße unmittelbar meſſen kann, ſondern daß man jede Entfernung zweier Punkte daſelbſt nur nach dem Winkel zu ſchätzen im Stande iſt, den beide an dem Auge des Beobachters machen, wenn er ſie beide zugleich ſieht. Die obige Erklärung des Spiegelſextanten und ſeines Gebrauchs JV. S. 56. u. f. zeigt die Möglichkeit einer ſolchen Meſſung: genauere Hülfsmittel dazu lehrt die Sternkunde.

ward. Zwar hat die Schwierigkeit und Feinheit ſolcher Meſſungen noch nicht verſtattet, daß alle Sternkundigen über eine bis auf die kleinſten Theile völlig gleiche Beſtimmung einig geworden wären; indeſſen wird man doch, da dieſe Abweichungen niemals viel über 10 Secunden betragen, der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn man als ein Mittel aus mehreren Angaben

den größten Durchmeſſer der Sonne zu 32′ 39″

den kleinſten — — — — — 31′ 34″ und folglich

den mittleren — — — — — 32′ 6″ 30‴ annimmt.

Dieſe ungleiche Entfernung zwiſchen Sonne und Erde bewirkt nun auch eine Ungleichförmigkeit der Bewegung unſers Erdkörpers in ſeinem Umlaufe um die Sonne. Vermöge eines Bewegungs-Geſetzes, deſſen Richtigkeit aber nur aus Sätzen der höhern allgemeinen Größenberechnung erwieſen werden kann, eilt jeder Körper, der in ſeinem Laufe von der anziehenden Kraft eines andern zum Umlauf um dieſen genöthiget wird, deſto ſchneller in ſeiner Bahn fort, je näher er ſich bei dem Anziehungspunkte befindet; hingegen wird ſein Lauf in eben dem Verhältniſſe langſamer, in welchem er ſich von dem Körper entfernt, um welchen er umläuft. Nach dieſem Geſetze muß alſo die Erde während des Winters, wo ſie der Sonne näher iſt, ſchneller in ihrer Bahn forteilen, als während des Sommers. Und ſo verhält es ſich in der That. Anſtatt täglich um 59′ 8″ 20‴ in ihrer Bahn fortzurücken, um innerhalb Jahresfriſt die 360° ihrer Bahn zurückzulegen, kommt ſie im Sommer nur im Durchſchnitt um 57′, im Winter dagegen um 61′ vorwärts, und dieſer Unterſchied ihrer Bewegung, der auf jeden Tag freilich nur wenig auszumachen ſcheint, iſt doch ſo beträchtlich, daß die Erde auf ihrem Wege vom Frühlingspunkte bis zum Herbſtpunkte acht Tage länger verweilt, als auf ihrem Laufe von der herbſtlichen Tag- und Nacht-Gleiche bis zum Frühlingspunkte, und daß alſo Frühling und Sommer zuſammen in der nördlichen Erdhälfte acht Tage länger währen, als Herbſt und Winter.

Ueber die Natur der Sonne können wir nichts weiter, als Muthmaßungen ſagen, die vorzüglich auf die Erſcheinungen der Sonnenflecken gegründet werden, und nach ihrer größern und geringern Uebereinſtimmung mit allen dabei vorkommenden Umſtänden gewürdigt werden müſſen. Die Sonnenflecken wurden ſogleich nach der Erfindung der Fernröhre, im Anfange des ſiebzehnten Jahrhunderts beobachtet. Sie zeigen ſich an Farbe, Geſtalt und Größe verſchieden; gewöhnlich iſt der mittlere Theil ſehr ſchwarz, und um

denſelben zieht ſich ein bräunlicher Nebel; doch ſieht man auch dergleichen Nebelflecken ohne einen ſchwarzen Kern, woraus hernach wohl dunkle Flecken erſt entſtehn. Ueberhaupt ſind dieſe Flecken ſehr veränderlich. Sie vertheilen ſich häufig in mehrere, vergehen auch gänzlich, und noch hat man keinen bemerkt, der über 70 Tage gedauert hätte. Bald ſind ſie ſo häufig, daß man ihrer 50 zugleich erblickt, bald bemerkt man Monate und Jahre hindurch keinen einzigen. Bei dem ungemeinen Einfluſſe, den das Sonnenlicht auf alle Weſen der Erde hat, wäre zu wünſchen, daß dieſer wichtige Weltkörper immerfort in dieſer Rückſicht beobachtet würde, und daß man auf dieſe Beobachtungen doch eben ſo vielen Fleiß als auf den Barometerſtand wenden möchte, da man aus ihnen wahrſcheinlich keine minder wichtigen Ergebniſſe für die Witterung, als aus dieſem herleiten könnte; denn offenbar kann es für unſre Erde nicht gleichgültig ſeyn, wenn Stücken von der Sonnenfläche, die zuweilen vier bis fünfmahl ſo breit als die Erde ſind, dunkel werden, und uns weder Licht noch Wärme zuſtrömen, und wie ſolche Flecken zuweilen in ſolcher Menge vorhanden ſind, daß ſie, alle in einem einzigen vereinigt, eine beträchtliche Sonnenfinſterniß bilden könnten.

Außer den dunkeln Kernflecken und der minder dunkeln Nebelflecken hat man in der Sonnenſcheibe noch andre Stellen bemerkt, die heller als das ordentliche Sonnenlicht ſind, und die man Sonnenfackeln nennt. Selbſt die ganz helle und reine Sonnenſcheibe erſcheint nie ohne dieſe Lichtadern, die von Einigen mit den Runzeln eines welken Apfels, von Andern mit den weißeren aber matteren Stellen verglichen werden, die ein Tropfen Säure auf einen polirten Metall hervorbringt.

So lange man die Sonne für einen wirklich brennenden Körper hielt, welches freilich die natürlichſte Meinung über ſie war, ehe man in der Naturlehre Fortſchritte genug gemacht hatte, um ihre Strahlen nicht mehr als die alleinige Urſache, ſondern mehr als die Veranlaſſung der Wärme anzuſehen, hielt man die Sonnenflecken für Rauch- und Dampf-Wolken, die das Sonnenfeuer bald von ſich ſtieße, bald wieder in ſich aufnähme. Andre dachten ſich die Sonnenkugel mit einer glänzenden Flüſſigkeit, gleichſam mit Lava übergoſſen, in welcher große Maſſen von ausgebrannten Stoffen ſchwimmen, die über dieſes Feuermeer bald hervorragen, bald wieder darauf einſinken, und ſo die Erſcheinung der entſtehenden und vergehenden dunkeln Flecken hervorbringen.

In dieſem Falle wäre der Sonnenkörper in einer immerwährenden Selbſtzerſtörung begriffen, die ſich aber weder mit unſern Begriffen über die erhaltenden Kräfte der Natur, noch auch mit der bei genauerer Beobachtung durch ſtärkere Vergrößerung entdeckten Er-

ſcheinenden Sonnenflecken und Sonnenfackeln ſo gut vereinigen läßt, als die entgegengeſetzte Meinung, nach welcher die Sonne ſelbſt, eben ſo wie die Wandelſterne, ein dunkler Körper, aber ſtatt des Luftkreiſes mit einem Lichtkreiſe umgeben iſt. Die Flecken würden alsdann Stellen des dunkeln Sonnenkörpers ſelbſt ſeyn, die man da erblickt, wo ſich der Lichtkreis, der eben ſo wie unſer Luftkreis einer Aufheiterung und Verdickung fähig ſeyn kann, von demſelben zurückzieht. Starke Vergrößerungen der beobachteten Sonnenſcheibe haben gezeigt, daß die Flecken offenbar unter die Oberfläche der Sonne niedergedrückt waren, und beträchtlich abhängige Seiten hatten, ſo wie ſie uns auch berechtigen, Ungleichheiten auf der Oberfläche des Sonnenkörpers ſelbſt anzunehmen. Dadurch werden nun alle Erſcheinungen, die bei den Sonnenflecken vorkommen, völlig erklärbar. Wenn die entblößten Stellen der Sonne, an denen wir durch eine Lücke in ihrer Atmoſphäre den Sonnenkörper ſelbſt wahrnehmen können, ſo beſchaffen ſind, daß ſie nur wenig Licht zurückwerfen, wie dies in der Erde z. B. von einem Meere, einem ſchattigen Thale, oder einer tiefen Grube geſchehen würde; ſo erſcheint uns ein mehr oder minder ſchwärzlicher Sonnenfleck: Wenn ſie mehr Licht zurückſenden, wie z. B. ſandiges Erdreich thun würde; ſo ſehen wir einen weißlichen Flecken, oder eine Sonnenfackel. Die Nebel ſind entweder wirklich hellere Theile auf der Sonnenfläche, die den dunkeln Flecken in ihrer Mitte, der vielleicht eine Grube iſt, umſchließen; oder ſie rühren davon her, daß der Lichtüberzug um die Ränder der Oeffnung herum ſehr dünne iſt und die dunkle Fläche noch etwas durchſchimmern läßt. Nimmt man an, daß die Sonne mit verſchiedenen elaſtiſchen Flüſſigkeiten umgeben iſt, die mehr oder weniger leuchtend und durchſichtig ſind; ſo können die leuchtenden uns nicht nur mit dem gewöhnlichen Sonnenlichte verſehen, ſondern es auch auf eine andere Weiſe begreiflich machen, wie ſie die Erſcheinungen der Fackeln und Flecken hervorbringen. So wie in unſerm Luftkreiſe durch Zerſetzung und neue Zuſammenſetzungen ſeiner elaſtiſchen Flüſſigkeiten die Wolken entſtehn; ſo werden in der weit größern Sonnen-Atmoſphäre ähnliche Veränderungen vorgehn, die aber, weil dieſe Flüſſigkeiten, zum Theil wenigſtens, von einer phosphoriſchen Natur ſind, uns ſichtbar werden müſſen. Ein dunkler Fleck könnte dann eine Stelle in der Sonnen-Atmoſphäre ſeyn, wo keine lichtbringenden Zerſetzungen vorgehn, und eine Sonnenfackel würde da erſcheinen wo jene Zerſetzungen in einem vorzüglichen Grade Licht geben. Die ſchwächere Dunkelheit der Flecken könnten ohngefähr in der Mitte zwiſchen der obern leuchtenden Atmoſphäre und der dunkeln Oberfläche der Sonnenkugel ſich befinden; denn hier kann das Licht, weil

es einen weiten Weg zu machen hat, nicht ſo ſtark ſeyn, als wenn es von den äußerſten, oberſten Theilen des Lichtkreiſes herkommt.

Nach dieſen Vorausſetzungen würde der Sonnenkörper an ſich ſelbſt eine ganz ähnliche Beſchaffenheit mit der Erde und den übrigen Wandelſternen haben, und ſich bloß durch die Eigenthümlichkeit der ihn umgebenden feinen Flüſſigkeiten von jener unterſcheiden. Man kann ihn alſo auch gar wohl für bewohnbar anſehn, wenn man nur annimmt, daß die Natur ſeiner Bewohner ſeiner beſondern Beſchaffenheit gemäß eingerichtet iſt. Eine übergroße Hitze iſt bei ihnen gar nicht zu beſorgen, da die Sonnenſtrahlen ſelbſt wohl nicht warm ſind, ſondern nur aus den irdiſchen Körpern die Wärme entwickeln, wie man aus der großen Kälte auf den hohen Gipfeln unſerer Erdgebirge ſchon ſehen kann.

Wenn uns aber die Beobachtung der Sonnenflecken auch noch weniger über die Beſchaffenheit der Sonne gelehrt hätte, wie wir denn wohl geſtehen müßen, daß wohl noch neue Entdeckungen über die Natur und die Erzeugung des Lichts erforderlich ſeyn möchten, ehe wir mit Zuverläſſigkeit darüber entſcheiden können; ſo verdanken wir doch den an den Sonnenflecken entdeckten Bewegungen, die Gewißheit darüber, daß ſich die Sonne, eben ſo wie die Erde und die Wandelſterne, um ihre Achſe dreht. Dieſe Umdrehung geſchieht etwa in 25½ Tagen, aber die Zeit derſelben läßt ſich bis auf kleine Zeittheile noch nicht genau beſtimmen, weil die Sonnenflecken, aus deren ſcheinbaren Fortrückung ſie abgeleitet wird, nicht alle genau über einerlei Punkten der Sonnenfläche ſenkrecht bleiben, ſondern ſich gegen einander, obgleich wenig, verrücken. Fernere Beobachtungen werden über die genaue Dauer dieſer Umwälzung, die man bis jetzt auf 25 Tage 10 Stunden bis auf 25 Tage 14 Stunden ausgeſetzt hat, bei der Vollkommenheit der aſtronomiſchen Werkzeuge in unſeren Zeiten, bald gar keine Ungewißheit mehr übrig laſſen.

Mit mehrerer, obgleich nicht mit der vollkommenſten, Genauigkeit iſt uns die Größe der Sonne bekannt, welche die gewöhnlichen Begriffe, die man ſich davon zu machen geneigt ſeyn möchte, ſehr weit überſteigt. Ihr Durchmeſſer iſt über 112 mahl ſo groß als der Durchmeſſer der Erde und beträgt alſo beinahe 200000 Meilen: da der Mond nur etwa um 60 Halbmeſſer der Erde von uns entfernt iſt; ſo beſchreibt die ganze Mondbahn einen Kreis, der faſt zweimahl ſo groß ſeyn müßte, als er jetzt iſt, um dem Umfange der Sonne gleich zu kommen. Wenn die Sonne inwendig hohl wäre und ſich die Erde in ihrem Mittelpunkte befände; ſo könnte der Mond innerhalb der Sonne nicht nur in eben der Entfernung von uns, wie jetzt, ſich um die Erde bewegen; ſondern es würde

von ihm bis an die Oberfläche der Sonne doch noch eine Ründe für die Sonnenkörper übrig bleiben, die allenthalben über 40000 Meilen dick wäre.

Eine andere Betrachtung wird dieſer Vorſtellung von der erſtaunlichen Größe der Sonne zur Erläuterung dienen können. Man weiß aus Gründen, deren Anführung nicht hierher gehört, daß die Dichtigkeit der Sonne nur den vierten Theil der Dichtigkeit der Erde beträgt, oder daß eine aus der Sonne herausgeſchnittene Kugel, welche der Erde an Größe gleich wäre, (und ſolche Erdkugeln würde man weit über eine Million, faſt anderthalb Millionen, aus der Sonne machen können) nur den vierten Theil von dem Gewicht unſerer Erde haben würde: allein ungeachtet dieſer Lockerheit des Sonnenkörpers, würde die Sonne, wenn man ſie auf eine Wageſchaale und die ſämmtlichen Planeten unſers Sonnengebiets auf die andere legen könnte, noch ein gewaltiges Uebergewicht auf ihrer Seite haben; denn ſie hat 800 mahl ſo viel Maſſe, als alle Planeten, die um ſie herumlaufen.

Nächſt der Sonne iſt kein Himmelskörper für den Erdbürger ſo wichtig wie der Mond. Er iſt der ſtete Geſellſchafter der Erde bei ihrer jährlichen Reiſe um die Sonne, entlehnt ſeine Erleuchtung mit der Erde gemeinſchaftlich von jener großen Quelle des Lichts, und bewegt ſich beſtändig um den Erdkörper in einem beſondern Kreiſe, ſo wie mit demſelben zugleich um die Sonne. Er zerſtreut zuweilen die Dunkelheit unſerer Nächte, und erſetzt dadurch einigermaßen die Abweſenheit der Sonne. Seine regelmäßigen und einförmig widerkehrenden Lichtveränderungen haben ſchon früh die menſchliche Aufmerkſamkeit gereitzt, und die Eintheilung des Jahres in Monate (Monden) und Wochen veranlaßt.

Auf einen erſten flüchtigen, freilich ſehr oberflächlichen Anblick konnte man zu glauben geneigt ſeyn, der Mond laufe, ſo wie alle übrigen Himmelskörper innerhalb 24 Stunden vom Morgen gegen Abend, ſey jedesmahl 12 Stunden über und eben ſo lange unter unſerm Geſichtskreiſe, und gehe an zwei auf einander folgenden Tagen an einerlei Stelle und zu einerlei Zeit auf. Wenn dieſe Vorausſetzungen völlig mit den Erſcheinungen übereintrafen; ſo wäre man berechtigt, dieſelben bloß aus dem täglichen Umwälzen der Erde um ihre Achſe zu erklären, und dem Monde einen unbeweglichen Ort am Himmel zuzuſchreiben. Wir dürfen aber dieſen Himmelskörper, ſelbſt mit einer geringen Aufmerkſamkeit, und nur einige Tage hinter einander betrachten, um die Abweichung ſeiner Erſcheinungen von jenen Vorausſetzungen gewahr zu werden.

Der geringere Glanz des Mondes, in Vergleichung mit den blendenden Sonnen-

ſtrahlen, läßt die helleren Sterne in ſeiner Nähe noch ſichtbar, und daher iſt eine ihm eigenthümliche beſtändig von Abend gegen Morgen gehende Fortrückung an ſeiner täglichen Ortsveränderung gegen die ihm benachbarten Sterne leicht zu erkennen: auch fällt ſie wegen ihrer Beträchtlichkeit, indem ſie täglich zwiſchen 11¾ und 14¾ Grad ausmacht, ohnehin ſehr merklich in die Augen. Da ein Bogen von 15 Graden am Himmel eine Stunde Zeit braucht, um ſich durch unſern Mittagskreis fortzubewegen; ſo muß der Mond, wenn er täglich etwa um 13° gegen Morgen fortſchreitet, jeden Tag beinahe um eine Stunde ſpäter in den Morgenpunkt kommen, oder aufgehn. Nach 27 Tagen und 8 Stunden zeigt er ſich alſo ohngefähr wieder bei einem und eben demſelben Stern, und hat in dieſer Zeit ſeinen periodiſchen Umlauf vollendet, oder 360° am Himmel zurückgelegt. Da aber die Erde während dieſer Zeit beinahe den zwölften Theil ihres jährlichen Laufes um die Sonne vollbracht hat; ſo muß der Mond ebenfalls noch beinahe dreißig Grad am Himmel durchlaufen, um von der Erde aus mit der Sonne wieder an einerlei Ort des Himmels zu ſtehen, und dadurch vergeht noch etwas über zwei Tage. Erſt nach 29 Tagen und 12 Stunden etwa ſehen wir wieder Sonne und Mond an einerlei Stelle des Himmels; und dieſer Zeitraum von einem Neumonde bis zum andern, oder die Dauer eines völligen Mondeswechſels, heißt der ſynodiſche Umlauf des Mondes, nach deſſen Endigung erſt die Wiederkehr ſeiner Lichtgeſtalten erfolgt.

Der Mond legt, bis auf einen geringen Unterſchied, in jedem Monat eben denſelben Weg am Himmel zurück, welchen die Sonne während eines Jahres zu durchlaufen ſcheint: das heißt, die Abwechſelungen in ſeinem Aufſteigen und Abſteigen am mittägigen Himmel, in ſeinem Laufe, in ſeinem Aufgange und Untergange, kehren ſchon nach vier Wochen wieder, ſo wie bei der Sonne nach zwölf Monaten. Wenn er ſich in den Abendſtunden von der Sonne oſtwärts zeigt; ſo bezeichnet er die Gegend, wo die Sonne nach einigen Monaten hinkommen wird: und wenn er früh morgens von der Sonne weſtwärts ſteht; ſo zeigt er an, wo die Sonne vor einigen Monaten war. Seine Bahn durchſchneidet nämlich die Sonnenbahn, oder vielmehr eigentlich die Erdbahn, an der Himmelskugel in einem kleinen Winkel von etwa 5½ Grad: die Durchſchnittspunkte beider Bahnen (in der Sternkunde die Knoten genannt, unter welchem Worte man überhaupt die Durchſchnittspunkte der Ebene der Erdbahn und der Bahn irgend eines andern Himmelskörpers verſteht), verrücken ſich aber, und kommen in 19 Jahren längſt der ganzen Sonnenbahn von Morgen gegen Abend, alſo rückwärts, herum, wodurch die Mondbahn in einigen Jahren in ſo fern eine

veränderte Lage bekommt, daß der Mond nahe vor einem Fixſterne vorbeigeht, von welchem er ſonſt um einige Grade, gegen Norden oder Süden entfernt war.

Der Mond iſt eine Kugel wie die Erde, und allemal, eben ſo wie dieſe, nur zur Hälfte, nämlich an derjenigen Seite, welche er der Sonne zukehrt, erleuchtet. Steht nun (Fig. 16) die Erde in T, und der Mond in A zwiſchen uns und der Sonne; ſo iſt ſeine erleuchtete Halbkugel gänzlich von uns abgewandt; er iſt alſo für uns nicht ſichtbar, geht mit der Sonne zugleich auf und unter, und heißt in dieſer Stellung Neumond. So wie er ſich nun von der Sonne gegen Morgen entfernt und gegen D fortrückt, erſcheint er am Himmel für einen Beobachter, der das Geſicht gegen Mittag wendet, linker Hand von der Sonne, und kommt nach Sonnenuntergang am weſtlichen Himmel ſichelähnlich, an ſeiner weſtlichen, dem Zuſchauer rechts gelegenen Seite ein wenig erleuchtet, zum Vorſchein. Sein Licht nimmt nun immer mehr zu, und am 8ten Tage ſteht er in D, 90° von der Sonne oſtwärts, kommt um 6 Uhr Abends in den Mittagskreis, und erſcheint oſtwärts von der Sonne als eine halbe Scheibe, wir ſehen alsdann, wie Fig. 16 zeigt, von ſeiner erleuchteten Halbkugel die Hälfte, und der Mond iſt im erſten Viertel. Nun wird ſeine Geſtalt immer breiter, und endlich in C, am 15ten Tage nach dem Neumonde, wo er um 180° am Himmel von der Sonne entfernt, oder ihr gerade gegenüber ſteht, geht er um Mitternacht durch den Mittagskreis, und wendet ſeine erleuchtete Halbkugel völlig gegen uns: er erſcheint ganz rund in ſeinem ſtärkſten Lichte, und wir haben Vollmond. Nachher nimmt ſein Licht wieder an der Weſtſeite ab, und am 22ſten Tage nach dem Neumonde ſteht er in B, hat ſich der Sonne, indem er ihr jetzt um 270° gegen Morgen zuvorgeeilt iſt, wieder bis auf 90° von Weſten her genähert, zeigt ſich auf der öſtlichen der linken Seite halb erleuchtet, geht des Morgens um 6 Uhr durch den Mittagskreis, und iſt im letzten Viertel. Er nähert ſich nun immer mehr der Morgenſonne, und zeigt ſich in den Morgenſtunden am öſtlichen Himmel in einer immer mehr abnehmenden Lichtgeſtalt, bis er endlich nach 29½ Tagen wieder mit der Sonne an einerlei Stelle des Himmels erſcheint, und abermals im Neuen Lichte iſt.

Die Mondkugel wendet uns nur immer eine und eben dieſelbe Seite zu, weil ſie ſich, von der Sonne aus betrachtet, nur bei jedem Umlauf einmal um ihre Achſe wälzt. Daher kommt das faſt gänzlich gleichförmige Anſehen der Mondfläche, oder ihrer Flecken, ſo weit ſie ſich mit dem bloßen Auge ſchon unterſcheiden laſſen.

Der Durchmeſſer des Mondes beträgt nach den Berechnungen der Sternkundigen

$468\frac{4}{16}$ Meilen, alſo ein größter Kreis auf demſelben 1471; die Oberfläche 68891 Flächenmeilen, und die körperliche Größe 5366000 Körpermeilen. Die Erde iſt dem Durchmeſſer nach beinahe um viermal, und dem körperlichen Inhalte nach 49 mal größer als der Mond.

Die Bahn des Mondes um die Erde iſt eben ſo wenig, wie die Bahn der Erde um die Sonne, ein vollkommener Kreis; ſondern ſie iſt ebenfalls länglicht rund. In ſeiner mittlern Entfernung ſteht der Mond etwa 60 mal ſo weit von dem Mittelpunkte der Erde, als wir ſelbſt auf der Oberfläche von dieſem Mittelpunkte entfernt ſind: genau beträgt ſeine mittlere Entfernung 51353, ſeine geringſte (die Erdnähe, Perigäum) 48021, und ſeine größte (die Erdferne, Apogäum) 54686 Meilen; ſo daß uns der Mond zuweilen um mehr als 6000 Meilen näher iſt, als zu andern Zeiten.

Die große Nähe des Mondes verurſacht, daß ſowohl ſein Schatten, wenn er gerade zwiſchen der Erde und Sonne ſteht, bis auf die Erde reicht, als auch, daß der Schatten der Erde, wenn ſie gerade zwiſchen der Sonne und ihm ſteht, bis zu ihm ſelbſt hinreicht: und ſo entſtehen die Sonnen- und Mondfinſterniſſe.

Wir haben oben bemerkt, daß die Mondbahn in einem geringen Winkel die Sonnenbahn durchſchneidet: hieraus wird begreiflich, daß der Mond, wenn das Papier (Fig. 16) die Ebene der Sonnenbahn vorſtellt, bald unter bald über derſelben weggehn kann, wenn er ſich im Neumonde in A befindet. Alsdann fällt ſein Schatten in der auf der Figur angegebenen Richtung, ohne die Erde zu berühren, in den unendlichen leeren Raum unterhalb oder oberhalb derſelben. Trifft es ſich aber, daß der Neumond in einer ganz geraden, oder doch beinahe geraden Linie, folglich genau oder bis auf einen geringen Unterſchied zwiſchen Sonne und Erde durchgeht; ſo muß ſein Schatten noch die Oberfläche der Erde treffen: die in dieſer Gegend gelegenen Länder werden alsdenn, weil ſich der Mond zwiſchen ihnen und der Sonne befindet, des Sonnenlichts gänzlich beraubt, und haben eine ſogenannte gänzliche Sonnenfinſterniß, die aber eigentlich vielmehr eine Erdfinſterniß heißen ſollte. Diejenigen Gegenden der Erde, die zu beiden Seiten dieſes eigentlichen Mondſchattens bis auf eine gewiſſe Weite ſich befinden, liegen im Halbſchatten des Mondes, und ſehn die Sonne nur zum Theil von ihm bedeckt, und zwar immer mehr, je näher ſie dem wahren Schatten kommen.

Auf eine ähnliche Weiſe kann der Vollmond (Fig. 16. C) unter oder über der hier durch das Papier angedeuteten Fläche der Sonnenbahn durchgehn, und alsdann fällt der Schatten, den die von der Sonne erleuchtete Erde gerade hinter ſich werfen muß,

unter ihn oder über ihn fort. Steht aber der Vollmond in oder nahe bei der durch die Sonne und Erde gehenden Ebene, oder mit dieſen beiden Weltkörpern in einer geraden Linie; ſo muß nothwendig der in Kugelgeſtalt von der, der Sonne entgegenſtehenden Seite der Erde geworfene Schatten, den Mond wegen ſeiner geringen Entfernung von der Erde noch erreichen, und er wird alſo, ſo lange der Durchgang durch dieſen Erdſchatten währt, ſeines von der Sonne erborgten Lichtes beraubt. Dieſe Mondfinſterniſſe ſind auf der ganzen Nachthalbkugel der Erde ſichtbar, und kehren nach 19 Jahren, eben ſo wie die Sonnenfinſterniſſe, aber nicht ganz genau für eine gewiſſe Gegend der Erde in gleicher Größe und zu gleicher Tageszeit wieder.

Durch Verſuche und Berechnung derſelben hat man gefunden, daß das Licht des Vollmondes ohngefähr 300000 mal ſchwächer, als das Sonnenlicht iſt. Daß es bloß ein zurückgeworfenes Sonnenlicht ſey, und daß der Mond kein eignes Licht habe, kann man mit Sicherheit daraus ſchließen, daß man ihn nur immer an derjenigen Seite, die der Sonne zugekehrt iſt, erleuchtet, und an der von ihr abgewandten dunkel findet, wovon man ſich, wenn man die obige Nachricht von ſeinen verſchiedenen Lichtgeſtalten in dieſer Rückſicht anſieht, leicht überzeugen kann. Indeſſen werfen nicht alle Theile der Mondkugel das Sonnenlicht mit gleicher Stärke zurück. Schon mit dem bloßem Auge entdeckt man hellere und dunklere Stellen auf ihrer Oberfläche. Ein gutes Fernrohr aber zeigt noch deutlicher, daß es im Monde eben ſolche landſchaftliche Schattirungen und Abwechſelungen von Bergen, Ebenen, Thälern, Bergketten und verſchiedene Gebirgsarten giebt, wie auf der Erde; daß aber die Mondberge viel höher ſind als die Erdgebirge. Man hat einige davon 25000 Pariſer Fuß hoch befunden, da der Chimboraſſo in Süd-Amerika, der höchſte Berg unſerer Erde, noch nicht 20000 Fuß erreicht. Nimmt man hiezu, daß der Durchmeſſer des Mondes noch nicht $\frac{1}{2}$ des Erddurchmeſſers iſt: ſo findet man, daß nach dem Verhältniſſe beider Weltkörper die höchſten Mondgebirge über $4\frac{1}{4}$ mal ſo hoch, als die höchſten Berge der Erde ſind. Nicht minder merkwürdig ſind die rundlichen Einſenkungen der Weltgebirge von 31 deutſchen Meilen bis zu einer halben Viertelmeile im Durchmeſſer, die ſich mit nichts, als mit eingetieften, manchmal zum Theil wieder ausgefüllten Oeffnungen feuerſpeiender Berge vergleichen laſſen. Die tiefſte dieſer Einſenkungen hat viertehalb deutſche Meilen im Durchmeſſer und über 18000 Fuß Tiefe, ſo daß unſer Chimboraſſo darin ſtehen könnte, ohne weit darüber hervorzuragen. Höchſt wahrſcheinlich ſind dieſe eingeſenkten Becken, mit dem ſie umgebenden Ringgebirgen zugleich

durch eine von innen herauswirkende Kraft des Feuers und der dadurch hervorgebrachten Dämpfe und luftartigen Flüſſigkeiten entſtanden, deren gewaltſamer Ausbruch die Gebirge rund um die Vertiefungen erhoben hat. Wo die Gewalt der ausdehnſamen Flüſſigkeiten nicht hinreichend war, die geſprengte Maſſe der Mondoberfläche ringsum vor ſich wegzuwerfen, konnte doch durch die heftigen Wirkungen deſſelben die äußere Mondrinde aufſchwellen: und dadurch ſind vermuthlich die zuſammenhängenden Bergſtrecken, und Bergadern entſtanden, die in verſchiedenen Richtungen die Mondfläche durchziehen, und deren Aeſte zuweilen durch ſehr tief eingeſenkte Stellen fortlaufen. Die häufigen kleinen Erhabenheiten (Punktgebirge, Centralgebirge) ſind wahrſcheinlich neue Verſuche ausdehnſamer Flüſſigkeiten, mehr Maſſe auszuwerfen. Auch finden ſich in den großen Vertiefungen zuweilen kleinere.

Die größern dunkeln Flecken des Mondes ſcheinen auf den erſten Anblick Ebenen zu ſeyn, deren Oberfläche das Sonnenlicht minder ſtark zurückwirft, und es zum Theil in ſich nimmt und durchläßt. Es war natürlich, bei einer durchſichtigen Materie mit ebener Oberfläche an Waſſer zu denken und dieſe Flecken für Meere des Mondes zu halten. Allein neuere Beobachtungen mit beſſern Fernröhren haben gezeigt, daß ſich auch in dieſen grauen ausgedehnten Flecken eben ſo mannichfaltige Erhöhungen und Vertiefungen, wie in den hellern Gegenden befinden, und daß nicht einmal ſolche Ebenen darin angetroffen werden, wie die großen Heiden und Waldungen der Erde ſind. Eben ſo wenig bemerkt man eine Spur von Flüſſen, und aus der in allen Vertiefungen wahrgenommenen Abwechſelung von Licht und Schatten ſieht man, daß der Mond nicht ſo, wie die Erdfläche, von Waſſer durchſtrömt ſey. Jene großen grauen Flächen ſind vielleicht Gegenden, welche durch vulkaniſche Ausbrüche weniger geſtört, zum Wachsthum von Pflanzen dienen könnte.

In der von der Sonne nicht erleuchteten dunkeln Seite des Mondes findet man zuweilen einzelne helle, leuchtende Punkte, deren Licht unmöglich vom Sonnenlicht herrühren kann. Man iſt geneigt geweſen, dieſe Lichtquelle für noch brennende, feuerſpeiende Berge zu halten: es iſt aber wahrſcheinlicher, daß dieſe Stellen bloß das von der erleuchteten Erde auf den Mond fallende Licht, welches dort weit mehr, als bei uns das Licht des Vollmondes leuchten muß, ſtärker zurückwerfen, oder daß dieſe Lichtpunkte vielleicht von dem Dunſtkreiſe des Mondes herrühren. Zwar darf man am Monde keinen ſolchen Dunſtkreis wie bei der Erde vermuthen: wenigſtens bilden die Verdickungen des dortigen Dunſtkreiſes nicht ſo, wie auf der Erde, und auf andern Wandelſternen, große ſich weit verbrei-

tende Wolkendecken: auch iſt keine Spur von atmoſphäriſchen Bewegungen oder Winden zu entdecken. Dies hat das Daſeyn eines Dunſtkreiſes um den Mond lange zweifelhaft gemacht; allein die neueſten Beobachtungen mit den ſtärkſten Fernröhren haben doch Abwechſelungen in der Geſtalt einzelner kleiner Theile des Mondes gezeigt, die ſich nicht wohl anders, als durch atmoſphäriſche Veränderungen erklären laſſen: und es iſt endlich ſogar der anhaltenden Aufmerkſamkeit eines ſorgfältigen Beobachters *) gelungen am Monde eine Dämmerung zu beobachten, und dadurch denjenigen Theil des Mond-Dunſtkreiſes zu meſſen, der im Stande iſt, das Sonnenlicht für uns kennbar zurückzuwerfen. Er hat die Höhe deſſelben ſenkrecht über der Mondfläche zu 1356 Pariſer Fuß beſtimmt; aber auch dieſe dichtere untere Mondluft iſt doch viel feiner, als die unſrige, und muß gegen die Spitzen der ſo ſehr hohen Mondberge noch viel dünner werden. Vielleicht ſinken die in der Mondluft befindlichen Dünſte wegen der großen Feinheit dieſes Dunſtkreiſes immer ſehr bald wieder auf die Mondfläche herab, weil keine ſo große Luftmaſſe, wie auf der Erde, dort vorhanden iſt, worin ſie aufgelöſt gehalten werden könnten: vielleicht werden dieſe Dünſte auch von der Tagſeite, wo die Mondluft durch eine vierzehn Tage lang ununterbrochene Sonnenwärme mehr verdünnt und ausdehnſamer geworden iſt, nach der kältern Nachtſeite des Mondes getrieben, deren durch vierzehntägige Abweſenheit der Sonne abgekühlte Luft ſie mehr anſammelt und zuſammenhält.

Fortgeſetzte Beobachtungen der Mondflecken zeigen, daß der Mond beſtändig eine und eben dieſelbe Halbkugel gegen die Erde wendet, und ſich alſo bei jedem monatlichen Umlaufe um die Erde einmal um ſeine Achſe wälzt; da ſich die Erde hingegen bei ihrem jährlichen Umlaufe um die Sonne etwas mehr als 365 mal um ihre Achſe dreht und dadurch für jeden ihrer Punkte ſo oft Tag und Nacht hervorbringt. Noch iſt man nicht allgemein darüber einig, ob eine Art von näherer chemiſcher Verwandſchaft zwiſchen der uns zugekehrten Halbkugel des Mondes und zwiſchen der Erde Statt finde, ſo wie eine elektriſirte Kugel einem andern elektriſirten Körper ſtets nur diejenige Seite zukehrt, worin die der ſeinigen entgegengeſetzte Elektricität angehäuft iſt; oder ob bloß die anziehende Kraft der Erde in der uns zugekehrten Mondfläche eine größere Schwere bewirke; oder ob die Mondkugel in der Richtung gegen die Erde hin eine etwas längliche Geſtalt habe, weshalb ſie ſtets in dieſer Lage gegen uns geneigt bleiben müſſe.

*) Des Herrn Oberammann Schröders zu Lilienthal bei Bremen, dem wir ſehr viele höchſt wichtige Beiträge zur Kenntniß der Himmelskörper, beſonders in unſerm Sonnengebiete verdanken.

Außer unſerer Erde mit ihrem Monde giebt es noch, ſo viel wir bis jetzt wiſſen, ſechs Weltkörper, die ſich als unſre Mitgefährten, nach einer gleichen Richtung wie die Erde, regelmäßig wiederkehrend in länglichrunden Bahnen um die Sonne bewegen, und die wegen ihres oft regellos erſcheinenden Laufs den Namen Planeten (Irrſterne) erhalten haben, und jetzt gewöhnlich Wandelſterne heißen. Sie heißen Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, und Uranus. Die beiden erſten ſind der Sonne näher als die Erde, die vier letzten ſind, in der hier angegebenen Ordnung, weiter als die Erde von der Sonne entfernt. Sie laufen mit unſerm Erdball faſt in gleicher Ebene um die Sonne, und erſcheinen daher nur in der Nähe der Sonnenbahn, im Thierkreiſe.

Die Umlaufszeit dieſer Wandelſterne, worin ein jeder ſeine länglichrunde Bahn um die Sonne einmal zurücklegt, nimmt mit ihrer Entfernung von der Sonne zu, und iſt von den Sternkundigen folgendermaßen berechnet:

Merkur läuft um die Sonne in		87 Tagen.	23 Stunden.	14 Minuten.
Venus — — — — —		224 —	16 —	41 —
die Erde — — — — —	1 Jahr oder	365 —	5 —	8 —
Mars — — — — —	1 — und	321 —	16 —	18 —
Jupiter — — — — —	11 — —	312 —	20 —	20 —
Saturnus — — — —	29 — —	154 —	13 —	16 —
Uranus — — — — —	83 — —	52 —	4 —	

Wenn man den mittlern Abſtand der Erde von der Sonne in 100000 gleiche Theile theilt; ſo ſieht man aus folgender Tafel, wie viele ſolcher Theile und zugleich wie viele geographiſche Meilen der mittlere Abſtand der Wandelſterne von der Sonne beträgt:

Wandelſtern	mittlerer Abſtand von der Sonne in Theilen, deren der mittlere Abſtand der Erde von der Sonne 100000 hat.	in Meilen, deren 15 einen Grad ausmachen.
Merkur	38710	8 Millionen und 071104
Venus	72333	15 — — 082493
Erde	100000	20 — — 851470
Mars	152369	31 — — 873176
Jupiter	520098	108 — — 448078
Saturnus	954007	198 — — 924483
Uranus	1918362	400 — — 006676

Wenn man zur leichtern Ueberſicht den Abſtand der Erde von der Sonne als 10 anſieht; ſo kommt folgende fortſchreitende Zahlenreihe für den Abſtand aller Wandelſterne von der Sonne heraus, wobei man ſich merken muß, daß das Zeichen + die Addition und ein Punkt zwiſchen zwei Zahlen die Multiplikation anzeigt.

Merkur , Venus , Erde , Mars
4 , 3 + 4 oder 7, 2 . 3 + 4 oder 10, 4 . 3 + 4 oder 16,
Jupiter Saturnus , Uranus
16 . 3 + 4 oder 52, 32 . 3 + 4 oder 100, 64 . 3 + 4 oder 196.

Auffallend iſt es, daß in dieſer ſonſt ſo regelmäßig fortſchreitenden Reihe zwiſchen dem Mars und Jupiter das Glied 8 . 3 + 4 oder 28 zu fehlen ſcheint. Man iſt dadurch zu der Vermuthung berechtigt, daß in dieſer Gegend entweder ein bisher uns noch unbekannt gebliebener Wandelſtern ſich aufhalte, oder daß die zu demſelben gehörigen Stoffe vielleicht größtentheils von dem Jupiter und zum Theil wohl auch vom Saturn angezogen, und mit denſelben zuſammengeſchmolzen ſind. Die letzte Vermuthung wird durch die erſtaunliche Größe des Jupiters wahrſcheinlich. Wenn man nämlich den Durchmeſſer und die körperliche Größe der Erde als 1 annimmt; ſo zeigt folgende Tafel die Größe der übrigen Hauptwandelſterne unſers Sonnenſyſtems, indem die hinter dem Komma ſtehenden Zahlen die Hunderttheile dieſer Einheit andeuten.

				Durchmeſſer	körperliche Größe
Sonne	—	—	—	112, 79	1435025
Merkur	—	—	—	0, 41	0, 07
Venus	—	—	—	0, 97	9, 91
Erde	—	—	—	1, 00	1, 00
Mars	—	—	—	0, 67	0, 30
Jupiter	—	—	—	11, 59	1479, 00
Saturn	—	—	—	10, 10	1030, 00
Uranus	—	—	—	4, 21	75, 00

Obgleich alle Wandelſterne dem bloßen Auge ſchon ſichtbar ſind, indem ſelbſt der weit entlegne Uranus doch wie ein Stern der ſechſten Größe und alſo für ein ſcharfes Geſicht noch erkennbar iſt, und ob man ſie gleich durch ihr niemals funkelndes Licht von den unbeweglichen Sternen leicht unterſcheiden kann; ſo war doch unſere Kenntniß von ihnen vor der Erfinduug der Fernröhre und zum Theil ſogar von den großen Verbeſſe-

rungen derſelben in den neueſten Zeiten ziemlich unvollkommen: und noch iſt dieſelbe auf dieſem Wege großer Bereicherungen fähig. Eine kurze Nachricht des Wichtigſten, was man bisher an jedem unter ihnen entdeckt hat, wird den meiſten Leſern hier wenigſtens nicht unangenehm ſeyn.

Merkur zeigt ſich als ein kleiner Stern mit einem weißglänzenden Lichte, wird aber, da er nur eine ſehr kleine Bahn um die Sonne beſchreibt, meiſtentheils durch den zu nahen Glanz derſelben überſtrahlt, und zeigt ſich nur ſelten in der Morgen- und Abend-Dämmerung. Durch gute Fernröhre findet man ihn, eben ſo wie den Mond, bald ganz bald weniger, ſtets aber nur an der gegen die Sonne gewandten Seite erleuchtet. Dieſe von ſeiner Stellung gegen die Sonne abhängigen Lichtwechſel beweiſen hinlänglich, daß er kein ſelbſtleuchtender Körper iſt, ſondern ſein Licht nur der Sonne verdankt. Noch mehr überzeugt man ſich davon, wenn er ſich zu der Zeit, wo er uns ſeine ganze dunkle Seite zukehrt, gerade ſehr nahe bei dem einen ſeiner Knoten, alſo in einer ſolchen Stellung befindet, daß eine von uns zu ihm gezogene gerade Linie in ihrer Verlängerung die Sonne treffen würde. Er befindet ſich dann in derſelben Lage zu uns, wie der Neumond, wenn ſich derſelbe nicht weit an den Knoten der Mondbahn ereignet und dadurch eine Sonnenfinſterniß verurſacht. Daher zeigt ſich der Merkur alsdann eben ſo, wie bei einer Sonnenſinſterniß der Mond, als ein ganz dunkler Fleck auf der Sonnenſcheibe, zum Beweiſe, daß er ein undurchſichtiger und nicht mit eignem Glanze leuchtender Weltkörper iſt. Mit bloßen Augen kann man dieſe Erſcheinung nicht wahrnehmen, weil der Durchmeſſer des Merkurs, ſelbſt bei ſeinem kleinſten Abſtande von uns, noch keine Viertelminute, und alſo ohngefähr nur $\frac{1}{150}$ von dem Durchmeſſer der Sonnenſcheibe beträgt; durch Fernröhre aber zeigt ſich dieſes Schauſpiel in jedem Jahrhunderte ohngefähr zwölfmahl. Man hat es in dem jetzt ablaufenden zwölfmahl, und zuletzt am 2ten Mai 1799 geſehn, und die Berechnung dieſer Beobachtung hat gezeigt, daß man bisher den Merkur wohl für zu groß gehalten hat, daß ſein Durchmeſſer nicht, wie man bisher glaubte, 697, ſondern nur 600 geographiſche Meilen, alſo nicht $\frac{41}{100}$ ſondern nur $\frac{35}{100}$ von dem Durchmeſſer der Erde beträgt. Ob die ringförmige Umgebung, die man am Merkur bei dieſem Vorübergange vor der Sonnenſcheibe in großen Fernröhren geſehen hat, vielleicht eine Atmoſphäre deſſelben ſei, die in dieſem Falle eine beträchtliche Ausdehnung haben würde, iſt noch nicht völlig entſchieden, ſo wie auch ſeine große Nähe von der Sonne es bisher unmöglich gemacht hat, durch Beobachtungen zu erforſchen, ob, und in welcher Zeit er ſich um ſeine

Achſe drehe. Die nächſten Durchgänge des Merkurs werden den 9ten Nov. 1802, den 12ten Nov. 1815, den 5ten Nov. 1822 und den 5ten May 1831 und überhaupt dreizehnmal im neunzehnten Jahrhundert vorfallen.

Die Venus ſtrahlt unter allen Sternen des Himmels mit dem glänzendſten und lebhafteſten Lichte, das aber nicht, wie das Licht der Fixſterne funkelt oder zittert. Obgleich in einem weiteren Kreiſe, als der Merkur um die Sonne laufend, entfernt ſie ſich doch niemals über 48 Grad von derſelben, geht daher des Morgens als Morgenſtern vor der aufgehenden Sonne her, oder folgt ihr des Abends als Abendſtern bei ihrem Untergange. Schon durch mittelmäßige Fernröhre kann man an ihr einen ähnlichen Lichtwechſel, wie am Monde und Merkur beobachten. Sie zeigt ſich bald ſichelförmig, bald dem vierten Theil nach, und bald gänzlich erleuchtet und dunkel, je nachdem ihre gegen uns gewandte Halbkugel mehr oder weniger der Sonne zugekehrt iſt: und hieraus ſieht man, daß ſie, an ſich ſelbſt ein dunkler Körper, das ſchöne Licht, womit ſie ſtrahlt, nur von der Sonne entlehnt. Da ſie in einem kleineren Kreiſe als die Erde um dieſen Hauptquell des Lichts ſich bewegt; ſo kann ſie ebenfalls, wie Mond und Merkur vor der Sonnenſcheibe vorübergehn. Hiezu gehört aber, eben ſo wie bei jenen beiden Weltkörpern, daß die Venus ſich nicht weit von ihren Knoten befinde, ſondern nahe bei der Erdbahn ſtehe, wenn ſie in einerlei Gegend des Thierkreiſes mit der Sonne geſehen wird. Deshalb iſt dieſe höchſt merkwürdige Himmelsbegebenheit ſo ſelten, daß man ſie erſt dreimahl, am 4ten December 1639, am 6ten Juni 1761 und am 3ten Juni 1769 beobachtet hat, auch wird ſie im künftigen Jahrhundert nur zweimahl, am 9ten December 1874 und am 6ten December 1882 zu ſehen ſeyn.

An der Venus hat man durch Beobachtungen über die Zeit, worin einerlei Geſtalten von ihr wiederkehren, die Zeit beſtimmen können, in welcher ſie ſich um ihre Achſe dreht, und dieſelbe 23 Stunden 21 Minuten gefunden. Schröder, dem wir auch die ſichere Beſtimmung dieſes Zeitraums verdanken, hat außerdem entdeckt, daß die ſüdliche Halbkugel der Venus, eben ſo wie die ſüdliche Hälfte des Mondes, die größten ihrer Berge enthält, und hat einen darunter über $5\frac{1}{2}$ geographiſche Meilen hoch gefunden. Auch hat er, ſo wie Herſchel, Erſcheinungen an der Venus bemerkt, die auf eine ziemlich dichte Dunſtſchicht, wovon ſie umgeben ſeyn muß, ſchließen laſſen. Er hat die Höhe des Dunſtkreiſes um dieſen Wandelſtern, der noch dicht genug iſt, das Sonnenlicht wirklich

zurückzuwerfen, zu 2526 Toiſen berechnet. Auch hat er aus ſeinen Beobachtungen geſchloſſen, daß die Achſe der Venus wirklich gegen die Erdbahn geneigt iſt.

Da der lebhafte Glanz der Venus, ob er gleich noch 3000 mahl ſchwächer als das Licht des Vollmondes iſt, zuweilen nicht geringe Verwunderung und ſelbſt großes Schrecken erregt hat, indem ſie der große Haufe für einen Kometen oder einen ganz neuen Stern zu halten geneigt war; ſo kann eine Anzeige der Zeiten, wo ſie in den nächſten acht Jahren am helleſten ſtrahlen wird, wenigſtens dazu dienen, dieſe Furcht von den Leſern abzuhalten.

Höchſter Glanz der Venus.

Als Abendſtern.	Als Morgenſtern.
Im Jahr 1801 den 4ten April	Im Jahr 1801 den 15ten Juli
— — 1802 — 9ten November	— — 1803 — 19ten Februar
— — 1804 — 15ten Juni	— — 1804 — 25ſten September
— — 1805 — 20ſten Januar	— — 1805 — 2ten Mai
— — 1807 — 27ſten Auguſt	— — 1807 — 7ten December

Der helleſte Glanz der Venus iſt aber nicht auf die einzelnen hier angeführten Tage eingeſchränkt; ſondern währt jedesmahl etwa ein Vierteljahr: als Abendſtern kann man ſie vor dem hier angegebnen Tage ſchon 8, und nachher noch 4 Wochen, ſo wie als Morgenſtern vorher 4 und nachher 8 Wochen im ſchönſten Lichte erblicken.

Auch läßt ſich dieſe Tafel von ihrem höchſten Glanze leicht auf eine lange Zeit hindurch fortſetzen, indem derſelbe alle acht Jahre faſt ganz regelmäßig wiederkehrt. Denn da er von der Lage der Venus gegen die Sonne und Erde abhängt; ſo muß er ſtets wieder zu bemerken ſeyn, wenn ſich Venus und Erde wieder in der nämlichen Lage gegen die Sonne befinden. Nun betragen aber 8 Jahre der Erde 2922 Tage, und nach beinahe 584 Tagen wird die Venus immer wieder in einerlei Gegend des Thierkreiſes mit der Sonne von der Erde aus geſehen: folglich betragen 5 ſolche Zeiträume etwas über 2919 Tage, ſo, daß ſich nach acht Jahren weniger beinahe 3 Tagen alle drei Weltkörper, Sonne, Erde und Venus wieder in eben derſelben Lage wie vorher befinden, ſo daß der ſtärkſte Venusglanz nach jeden acht Jahren um 2 Tage 9 Stunden 27 Minuten, oder nach 40 Jahren faſt um 12 Tage früher fällt. So fällt z. B. der höchſte Glanz der Venus als Abendſtern im Jahr 1809 auf den 1ſten April, 1817 auf den 30ſten März, 1825 auf den 28ſten März, 1833 auf den 25ſten März, 1841 auf den 23ſten März,

wornach ſich ihr glänzendſtes Licht für die übrigen Jahre, und auch als Morgenſtern ſehr leicht berechnen läßt.

Mars zeichnet ſich unter den Wandelſternen beſonders durch ſein feuerrothes Licht und durch ſeine veränderliche Größe aus. Da er in weiterer Entfernung, als die Erde um die Sonne läuft, alſo niemals zwiſchen Sonne und Erde ſteht: ſo können wir niemals die von der Sonne abgekehrte Hälfte ſeiner Kugel ganz zu ſehn bekommen; ſondern er kehrt uns ſtets, er mag ſich der Sonne gegenüber, oder hinter ihr befinden, eben dieſelbe Seite zu, welche von der Sonne erleuchtet wird. Doch kommt uns in den Stellen, wo er 90 Grad von der Sonne entfernt iſt, ein Theil ſeiner von der Sonne nicht erleuchteten Hälfte zu Geſicht: und alsdann erſcheint er uns auch nicht ganz rund, ſondern etwa wie der Mond drei Tage vor oder nach den Vollmonde. Dies iſt ein hinlänglicher Beweis, daß Mars an ſich dunkel und bloß von der Sonne erleuchtet iſt.

Die Zeit, in welcher einzelne auf der Marskugel bemerkte Flecken, dem Beobachter wieder zu Geſicht kommen, hat gelehrt, daß ſich Mars in 24 Stunden 39 Minuten und 21 Secunden um ſeine Achſe dreht. Seine Mittellinie macht mit ſeiner Bahn einen Winkel von 28° 42′ und ſeine Achſe iſt alſo mehr gegen ſeine Bahn geneigt, als die Erdachſe gegen die Erdbahn, weshalb auch die Verſchiedenheit der Jahreszeiten dort größer als auf der Erde ſeyn muß. Die Abplattung des Mars, die man ſonſt wohl auf $\frac{1}{16}$ ſeines größten Durchmeſſers ſetzte, iſt nach Schröders neueſten Meſſungen ſehr viel geringer, und ſeine Achſe iſt noch nicht um $\frac{1}{81}$ kleiner, als der Durchmeſſer ſeiner Mittellinie.

Unter den verſchiedenen Flecken des Mars iſt beſonders ein heller, lichter, glänzender Streif am ſüdlichen Angelpunkte deſſelben merkwürdig, der ſich auf 20 Grad rund um denſelben erſtreckt und ziemlich unveränderlich zu ſeyn ſcheint. Manche Flecken verändern ihre Geſtalt in kurzer Zeit, oft in einem einzigen Tage, und ſind alſo wohl nur Erzeugniſſe des dortigen Dunſtkreiſes. Ueberhaupt ſcheint der Mars in ſeinem Bau mit unſerer Erde viel Aehnlichkeit zu haben. So hat z. B. Schröder gefunden, daß um die dortige Mittellinie völlig ähnliche Bewegungen im Dunſtkreiſe vorgehn, wie auf der Erde die in dieſer Gegend wehenden regelmäßigen Winde ſind, und daß dieſe Luftbewegungen, ſo wie ein ſtarker Wind bei uns, im Durchſchnitt 20 Pariſer Fuß in einer Secunde zurücklegten.

Jupiter erſcheint uns wie ein ſchöner mit einem gelblichen Lichte ſtrahlender Stern, der nächſt der Venus unter allen Geſtirnen am hellſten glänzt. Er ſteht aber in

Anſehung der Erde zu weit von der Sonne, als daß er uns einen merklichen Theil ſeiner dunkeln Halbkugel zuwenden könnte, und es iſt daher nichts von einem Lichtwechſel an ihm zu bemerken. Indeſſen beweiſen die an ſeinen Monden bemerkte Erſcheinungen, die wir bald näher werden kennen lernen, daß er ſein Licht ebenfalls von unſerer Sonne entlehnt. Er iſt unter allen Wandelſternen der größte, denn es ließen ſich aus ihm 1474 Weltkörper machen, deren jeder unſerer Erde an Größe gleich käme.

Dieſe beträchtliche Größe Jupiters macht, daß man ihn, ungeachtet ſeines anſehnlichen Abſtandes von der Erde durch Fernröhre ſehr genau betrachten kann. Man hat beſonders mehrere theils dunkle, theils helle Streifen oder Gürtel an ihm entdeckt, die in gleicher Entfernung von einander in der Gegend ſeiner Mittellinie von Oſten nach Weſten um ſeine Kugel herumgehen, deren Geſtalt, Größe und Anzahl ſehr veränderlich iſt, indem man einzelne kleine Streifen zuweilen in Zeit von einigen Stunden entſtehen ſieht, und die eben darum höchſt wahrſcheinlich hervorſtechende Theile ſeines ſehr heftig bewegten Dunſtkreiſes ſind. Die Bewegungen derſelben übertreffen unſre Erdwinde ganz unglaublich in ihrer Geſchwindigkeit; denn dieſe Wolkenzüge, oder wie man ſie ſonſt nennen will, legen zuweilen in einer Secunde 17, und 32 ja 348 Fuß und darüber, zurück; doch wird man ſich über dieſen reißenden Wolkenzug nicht wundern, wenn man weiß, daß dieſer ungeheure Weltkörper ſich innerhalb 9 Stunden und 51 bis 55 Minuten um ſeine Achſe dreht, und folglich in der Gegend ſeiner Mittellinie, wo ſi h die Streifen zeigen, ſeinem Dunſtkreiſe eine erſtaunliche Schwung-Bewegung mittheilen muß. Dieſe Dauer ſeiner Umwälzung hat man aus der Zeit der Wiederkehr einzelner theils dunkler, theils heller Flecke geſchloſſen, die einen höhern Grad von Beſtändigkeit haben, und die vermuthlich hohe Bergſpitzen ſind, die aus der bald dünneren, bald durch Wolken getrübten Lufthülle mehr oder weniger ſichtbar hervorragen. Ohne Zweifel liegt in der ſchnellen Umwälzung dieſes Rieſen unter den Wandelſternen auch der Grund ſeiner ſtarken Abplattung, denn der Durchmeſſer ſeiner Mittellinie iſt um $\frac{1}{13}$, ja nach den neueſten Meſſungen faſt um $\frac{1}{10}$ kleiner, als ſeine Achſe, die übrigens auf ſeiner Bahn beinahe ſenkrecht ſteht, ſo daß die Abwechſelung der Jahreszeiten dort ganz unmerklich, oder Tag und Nacht allenthalben immer gleich lang ſeyn muß.

Saturn zeigt ſich beinahe wie ein Stern erſter Größe, aber mit einem bleich röthlichen Licht. Die geringe Größe der Erdbahn gegen die Saturnbahn macht es unmöglich, daß er uns einen merklichen Theil ſeiner dunkeln Seite zuwende und er kann uns alſo auf dieſem Wege nicht davon überzeugen, daß ſeine für uns immer runde und helle Scheibe

von unſerer Sonne erleuchtet wird. Eben dieſe weite Entfernung Saturns von der Erde hat es auch ſehr lange unmöglich gemacht, ſeine Natur zu erforſchen; doch hat man im letzten Viertel des ablaufenden Jahrhunderts endlich ſo wohl Streifen, als einzelne dunkle und veränderliche Flecken auf ihm bemerkt. Seine Abplattung ſchätzt man auf $\frac{1}{11}$; aber über die Zeit der Umwälzung um ſeine Achſe iſt man noch ſo ungewiß, daß ſie von Einigen auf 10 Stunden 16 Minuten, von andern nur auf 6 Stunden geſetzt wird.

Eine der merkwürdigſten Erſcheinungen am Himmel iſt ein dünner **Ring**, womit Saturn in der Gegend ſeiner Mittellinie umgeben iſt, deſſen Durchmeſſer $2\frac{1}{3}$ bis $2\frac{1}{2}$ Durchmeſſer des Saturns lang iſt. Dieſer Ring ſtellt ſich, weil er ſtets gegen unſer Auge ſehr ſchräge liegt, nicht völlig rund, ſondern als eine länglichrunde Umgebung dar, die nach den verſchiedenen Lagen des Saturns gegen die Sonne und gegen die Erde verſchiedene Geſtalten darbietet. Wenn er uns ſeine von der Sonne nicht erleuchtete Seite zuwendet ſo iſt er uns völlig unſichtbar und der Saturn erſcheint bloß als eine Kugel: wenn der Ring ſo liegt, daß ſein vor und hinter der Saturnskugel gelegener Theil gegen unſer Auge genau hinter einander ſtehn; ſo erſcheint er als eine ſchmale gerade Linie, die nur durch die ſtärkſten Fernröhre noch ſichtbar iſt, in andern Lagen hingegen wie ein Paar engere oder weitere Henkel um den Saturn herum. Genaue Beobachtungen mit den beſten Fernröhren haben gezeigt, daß dieſer Ring nicht einfach iſt, ſondern eigentlich aus zweien beſteht, die durch einen leeren Zwiſchenraum getrennt ſind, und wovon der innerſte die größte Breite hat. Wenn man nämlich die Breite des ganzen Ringes in 1200 gleiche Theile theilt; ſo beträgt der innere Ring von denſelben 805, der Zwiſchenraum 115 und der äußere Ring 280. Der äußere Ring ſtrahlt weniger hell, als der innere: dieſer iſt am hellſten zunächſt an der zwiſchen beiden befindlichen Spalte, fängt etwa in der Mitte ſeiner Breite an, ſeine Farbe zu verändern, wird nach und nach ſchwächer und hat gerade am innern Rande faſt eben die Farbe, wie der dunkle Theil des fünffachen Streifens, den man gewöhnlich durch ſehr gute Fernröhre auf der Saturnkugel bemerkt. Da man ſowohl auf dem Ringe den Schatten Saturns, als auf dem Saturn den Schatten des Ringes wahrgenommen hat; ſo ſind beide unſtreitig an ſich dunkle, von einem fremden Lichte erleuchtete Weltkörper, und die Richtungen dieſer Schatten beweiſen, daß beide ihr Licht von der Sonne entlehnen, welches durch die Erſcheinungen der bald zu erwähnenden ſieben Saturnsmonden beſtätigt wird.

Im Uranus, dem entfernteſten und zuletzt entdeckten der Wandelſterne, der nur als

ein Stern der ſechsten Größe, folglich für bloße Augen kaum ſichtbar iſt, hat man noch keine Flecken entdecken können, wodurch man im Stande wäre, auf die Zeit ſeiner Achſeln-drehung zu ſchließen. Daß ſie auch bei ihm Statt finde, iſt man berechtigt, aus ſeiner abgeplatteten Geſtalt zu folgern; doch iſt der Grad ſeiner Abplattung noch nicht beſtimmt. Auch iſt von Ringen um den Uranus noch nichts mit Gewißheit entdeckt worden.

Um den Grad der Geſchwindigkeit in den Bewegungen aller bekannten Wandelſterne zu überſehn, dient folgende Tafel, welche zuerſt angiebt, wie viel Umläufe jeder von ihnen während eines Jahrhunderts vollendet, wenn man das Jahr zu 365 Tagen 6 Stunden annimmt; die Ueberſchüſſe über die ganzen Umläufe ſind in Graden, Minuten und Secunden angegeben. In der folgenden Reihe dieſer Tafeln ſieht man, wie viel Grade, Minuten u. ſ. w. die mittlere Bewegung jedes Wandelſternes täglich beträgt, und zuletzt endlich wie viel geographiſche Meilen jeder Wandelſtern während einer einzigen Secunde zurücklegt, wonach man die Größe deſſelben für eine Minute, Stunde u. ſ. w. leicht berechnen kann.

Tafel über die Bewegung der Wandelſterne.

der Wandelſtern	vollendet in einem Jahrhundert.				durchläuft täglich ſeine Bahn.			durchläuft in jeder Secunde an geographiſchen Meilen.
Merkur.	415 Umläufe	74°	4′	20″	4°	5′	$32\frac{6}{10}$″	$6\frac{7}{10}$.
Venus.	162 . . .	199	12′	25″	1°	36′	$7\frac{8}{10}$″	$4\frac{9}{10}$.
Erde.	100 . . .	0°	46′	0″	0°	59′	$8\frac{3}{10}$″	$4\frac{1}{10}$.
Mars.	53 . . .	31°	42′	10″	0°	31′	$26\frac{6}{10}$″	$3\frac{2}{10}$.
Jupiter.	8 . . .	156°	17′	33″	0°	4′	$59\frac{3}{10}$″	$1\frac{9}{10}$.
Saturn.	3 . . .	143°	31′	36″	0°	2′	$0\frac{6}{10}$″	$1\frac{3}{10}$.
Uranus.	1 . . .	73°	16′	55″	0°	0°	$42\frac{6}{10}$″	$0\frac{9}{10}$.

Unſere Erde hat bei ihrem Umlaufe um die Sonne einen treuen Gefährten, und zugleich ein Hülfslicht für die Dunkelheit ihrer Nächte, an dem Monde. Durch Fernröhre hat man entdeckt, daß auf eine ähnliche Weiſe Jupiter von vier, Saturn von ſieben und Uranus von ſechs Monden um die Sonne begleitet wird. Folgende Tafel zeigt das Verhältniß derſelben zu ihren Hauptwandelſternen:

Jupiters-Monden.	Umlauf um den Jupiter.	Abſtand in Halbmeſſern des Jupiters und in Hunderttheilen deſſelben.
der Ite	1 Tag 18 Stunden 28 Minuten	5, 96
— IIte	3 — 13 — 18 —	9, 49
— IIIte	8 — 7 — 59 —	15, 14
— IVte	16 — 18 — 5 —	26, 63
Saturns-Monden.	**Umlauf um den Saturn.**	**Abſtand in Halbmeſſern des Saturns und in Hunderttheilen deſſelben.**
der Ite	0 Tag 22 Stunden 40 Minuten	2, 80
— IIte	1 — 8 — 54 —	3, 63
— IIIte	1 — 21 — 19 —	4, 50
— IVte	2 — 17 — 46 —	5, 80
— Vte	4 — 12 — 28 —	8, 09
— VIte	15 — 23 — 15 —	18, 67
— VIIte	79 — 22 — 3 —	54, 20
Jupiters-Monden.	**Umlauf um den Uranus.**	**Abſtand in Halbmeſſern des Uranus und in Hunderttheilen deſſelben.**
der Ite	5 Tage 21 Stunden 25 Minuten	11, 53
— IIte	8 — 17 — 1 —	16, 92
— IIIte	10 — 23 — 4 —	19, 78
— IVte	13 — 11 — 5 —	22, 66
— Vte	38 — 1 — 49 —	45, 33
— VIte	107 — 16 — 40 —	90, 66

Unter dieſen ſiebzehn Monden ſind die vier Begleiter des Jupiters am wichtigſten für uns, weil ihre Verfinſterungen, die man ſchon mit mittelmäßigen Fernröhren wahrnehmen kann, und deren es in jedem Monate bei dem erſten etwa 17, beim zweiten 9, beim dritten 5 und beim vierten 2, alſo zuſammen monatlich etwa 34 giebt, zur Beſtimmung der Längen häufig benutzt werden können. Dieſe Verfinſterungen beweiſen auch, daß Jupiter ein von der Sonne erleuchteter Weltkörper iſt, weil ſein Schatten immer in einer der Sonne entgegengeſetzter Richtung auf ſeine Monden trifft; die Jupiters-Monden wurden ſogleich nach Erfindung der Fernröhre im Jahr 1609 entdeckt, und ihre Nähe, Helligkeit und Größe haben es bei der größern Vollkommenheit dieſer Werkzeuge in neuern Zeiten

ſogar möglich gemacht, ſie zu meſſen. Die folgende Tafel zeigt ihre Durchmeſſer in geographiſchen Meilen, und zugleich ihre Verhältniſſe zu der Größe unſerer Erde und unſers Mondes. Man ſieht aus derſelben, daß der zweite unſerem Monde an Größe gerade gleich kommt, daß der dritte aber denſelben um mehr als fünfmal übertrifft, und daß er mehr als den zehnten Theil der Erde beträgt. Auch zeigt dieſe Tafel, daß bei den Monden eben ſo wie bei den Wandelſternen kein beſtimmtes Verhältniß zwiſchen der Entfernung vom Hauptkörper und zwiſchen der Größe Statt findet, indem der zweite kleiner als der erſte, der dritte am größten, der vierte hingegen wieder faſt eben ſo klein wie der erſte iſt.

Ordnung der Jupiters-Monden.	Durchmeſſer in geographiſchen Meilen, wenn man 1720 auf den Durchmeſſer der Erde rechnet.	Durchmeſſer in Theilen des Durchmeſſers des Jupiters.	Verhältniß ihres körperlichen Inhalts zu dem Körpergehalt der Erde.	Verhältniß zu unſerm Monde.
1	564	$\frac{1}{34}$	10 zu 283	17 zu 10
2	465	$\frac{1}{42}$	10 = 500	10 = 10
3	818	$\frac{1}{24}$	10 = 93	53 = 10
4	570	$\frac{1}{34}$	10 = 274	18 = 10

Die Beobachtung von Flecken auf jedem dieſer Monden hat es ſogar möglich gemacht, die Zeit ihrer Umdrehung um ihre Achſe zu beſtimmen, und ſo hat man gefunden, daß ſie, eben ſo wie unſer Mond, dem Jupiter ſtets einerlei Seite zukehren, ſich alſo während eines Umlaufs um denſelben zugleich um ihre Achſe drehn.

Eben dieſe Bemerkung hat man auch an den fünf ältern, von ihrem Hauptkörper am weiteſten abſtehenden, in den Jahren 1655 bis 1684 entdeckten Monden des Saturns gemacht: man iſt alſo wohl, da man an den ſchwerer zu beobachtenden, dem Saturn zunächſt ſtehenden, nur durch Herſchels großes Spiegelfernrohr 1789 entdeckten, beiden Saturnsmonden, ſo wie an den ebenfalls von Herſchel in den Jahren 1787 bis 1794 entdeckten, und nur durch ſeine großen vorzüglichen Werkzeuge ſichtbaren ſechs Uranus-Monden die Umwälzung um ihre Achſe noch nicht hat beobachten können, zu der Vermuthung berechtigt, daß die ſämmtlichen Monden unſers Sonnengebiets nach einem allgemeinen Naturgeſetze ihren Hauptkörpern ſtets einerlei Seite zuwenden.

Man glaube aber nicht, daß dieſe ſieben Wandelſterne und achtzehn Monden die

ſämtlichen Weltkörper unſers Sonnengebiets ausmachen. Vielleicht giebt es noch eine Anzahl von Wandelſternen mit ihren Monden, die noch nicht beobachtet ſind und wohl niemals beobachtet werden können, da der nächſte derſelben wahrſcheinlich faſt zweimal ſo weit, als der ſchon ziemlich kleine Uranus von uns entfernt und alſo wohl nicht mehr für uns ſichtbar ſeyn möchte. Ueberdieß können wir, nach den neuen Entdeckungen den Kometen nicht länger das Bürgerrecht in unſerm Sonnenſyſtem ſtreitig machen; ſondern müſſen ſie für Welkörper anſehen, die den Wandelſternen nicht unähnlich ſind, die aber in ſehr länglichten oder ſchmalen eiförmigen Bahnen, nach allen möglichen Richtungen um die Sonne laufen, und oft ganze Jahrhunderte zu einem ſolchen Umlaufe nöthig haben. Die wachſende Genauigkeit der neuen Himmelsbeobachtungen zeigt uns, daß dieſe Körper ſehr zahlreich ſind. Bis zum Jahr 1776 war ſchon der Lauf von 69 unter ihnen berechnet: bis zum Jahr 1785 hatte ſich die Anzahl derſelben ſchon auf 72 vermehrt, und bis zum Auguſt 1784 zählte man nach Herrn Lichtenberg ſchon 80 berechnete Kometen. Nach den ſcharfſinnigen Muthmaßungen des großen Lambert mag ſich die Zahl der zu unſerm Sonnengebiete gehörigen Kometen wenigſtens auf 4000 belaufen.

Bedenkt man nun, daß alle die zahlloſen Sterne, die wir bei einem ſternhellen Himmel erblicken, deren man ſchon gegen 50000 gezählt hat, und die ſich gewiß bis in die Millionen belaufen, da Herſchel mit ſeinem zwanzigfüßigen Spiegelfernrohr, welches den weißlichen Schimmer der Milchſtraße völlig in lauter kleine Sterne auflöſet, in einem Streifen derſelben von 15 Grad Länge und 2 Grad Breite noch 50000 Stern deutlich erkannt, ſämtlich eben ſo viele Millionen Sonnen ſind, um deren jede ſich alſo höchſt wahrſcheinlich ihre eigenthümlichen Wandelſterne und Kometen bewegen; erwägt man ferner, daß alle dieſe zahlloſen Heere von Weltkörpern nur zu dem einzigen Sternſyſteme gehören, in welchem ſich unſere Sonne befindet, und daß es außer dieſem noch mehrere ſolche Fixſternſyſteme im Weltraume giebt, in denen wir bei ihrer unermeßlichen Entfernung die zahlloſen einzelnen Sonnen gar nicht mehr unterſcheiden können, ſondern nur den vereinigten Lichtſchimmer eines ganzen ſolchen Sternſyſtems, welches eben ſo viele Sterne, als uns in einer hellen Nacht ſichtbar ſind, oder noch mehrere enthalten mag, in der Geſtalt eines runden oder länglichten Nebelflecks wahrnehmen, und daß Herſchel jetzt ſchon gegen **dreitauſend** ſolcher Nebelflecken gezählt hat, wovon man wenigſtens einen großen Theil für entfernte Milchſtraßen halten muß; ſo müſſen wir über dieſe unendliche Menge von Welten in ein entzückendes Erſtaunen gerathen, müſſen uns der Wichtigkeit ſchämen,

die wir den Angelegenheiten unſerer Erde beilegen, und müſſen uns über den blinden Wahnſinn verwundern, der wegen des Beſitzes einiger wenigen Flächenmeilen, die oft nicht ein Milliontheilchen von der Oberfläche dieſes Erdkörpers betragen, der uns nach ſolchen Betrachtungen unbedeutender als ein Sandkorn in dem Weltganzen erſcheinen muß, Hunderttauſende von vernünftigen Weſen quälet und würget, deren Geiſt die Größe des Weltalls zu überfliegen, in der Unendlichkeit deſſelben ſeine Nahrung und ſein Entzücken finden, die ewigen Geſetze der Alles enthaltenden Ordnung zu erforſchen nnd von ihrer Erhabenheit durchdrungen in ſeinem kleinen Kreiſe ſie nachzuahmen vermag.

XIV.

Von der Zeitrechnung.

Um die Länge der Zeit zu beſtimmen, die zwiſchen zweien oder mehren Begebenheiten oder zwiſchen irgend einem Paar unſerer Vorſtellungen verfloſſen iſt, müſſen wir irgend eine gleichförmige Reihe von Wirkungen zum Grunde legen, d. h. eine ſolche, die ſich in gleichen Zeiträumen gleiche Erfolge oder Veränderungen hervorbringt. So ſchätzen wir die Länge eines Zeitraumes nach der Menge von Sand, die während deſſelben aus einer Sand-Uhr läuft, oder nach der Größe des Raumes, welchen der Zeiger einer Räder-Uhr während deſſelben zurücklegt; immer unter der Vorausſetzung, daß in gleichen Zeiten gleich viel Sand aus jener herauslaufen, oder der Zeiger an dieſer einen gleichen Theil ſeines Umlaufs zurücklegen wird. Wenn man aber dieſe und andere Arten von Uhren prüfen, und alſo unterſuchen wollte, ob ſie in gleichen Zeiten gleiche Veränderungen zeigen; ſo müßte man ſie mit andern Erſcheinungen vergleichen, von denen man vollkommen überzeugt wäre, daß ihnen die erforderliche Gleichförmigkeit unabänderlich zukäme.

Glücklicher Weiſe gewährt uns die Natur ein ſolches beſtändiges immer gleichförmiges Zeitmaaß an der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Achſe, deren Dauer, wie Theorie und Erfahrung lehrt, immerwährend einerlei bleibt. Beobachtet man nämlich die Zeit, wo irgend ein Fixſtern durch unſern Mittagskreis geht an zwei auf einander folgenden Tagen, und richtet den Gang einer guten Uhr ſo ein, daß ſie während der Zwiſchenzeit zweier ſolcher auf einander folgenden Durchgänge eines Sterns durch unſern Mittagskreis genau 24 Stunden durchläuft; ſo wird man finden, daß jeder der folgenden Durchgänge eben deſſelben Sterns genau 24 ſolcher Stunden von dem vorigen entfernt iſt. Man

nennt dieſe Zwiſchenzeit zwiſchen zweien Durchgängen eines und eben deſſelben Sterns durch einerlei Mittagskreis einen **Sterntag**, und alle Sterntage ſind alſo einander gleich, weil ſich die Erde ſtets mit einer genau gleichförmigen Geſchwindigkeit um ihre Achſe dreht. Der Sterntag wird, ſo wie ſonſt ein Tag, in 24 gleiche Theile oder **Sternſtunden**, jede Sternſtunde wieder in 60 **Sternminuten** u. ſ. w. eingetheilt. Da jeder Stern vermöge der täglichen Umwälzung der Erde, innerhalb 24 Sternſtunden rund um die Erde, ſich zu bewegen, oder einen ganzen Kreis von 360 Graden am Himmel zu durchlaufen ſcheint, und da die Bewegung der Erde um ihre Achſe gleichförmig iſt, ſo wird er innerhalb einer Sternſtunde $\frac{1}{24}$ ſeines Kreiſes oder 15 Grad deſſelben, innerhalb einer Sternminute $\frac{1}{60}$ von 15 Grad oder 15 Minuten ſeines Kreiſes zu durchlaufen ſcheinen u. ſ. w. Er wird folglich 1 Grad ſeines ſcheinbaren Umlaufs in 4 Minuten Sternzeit, einen Bogen von 1 Minute ſeines Kreiſes in 4 Secunden Sternzeit u. ſ. w. vollenden. Dieſe Sternzeit wird zwar vollkommen gleich ſeyn, nach welchem unbeweglichen Sterne des Himmels man auch die Zwiſchenzeit ſeiner zwei Durchgänge durch den Mittagskreis beſtimmen mag; indeſſen fangen die Sternkundigen den Sterntag aus mehrern Gründen mit dem Augenblick an, wo der Frühlingspunkt, oder der Nullpunkt des Widders durch den Mittagskreis ihres Orts geht.

Da unſere Sonne ebenfalls ein Fixſtern iſt; ſo würde die Zwiſchenzeit zwiſchen zweien ihrer Durchgänge durch den Mittagskreis ebenfalls ein genauer Sterntag ſeyn, wenn die Erde nicht in Anſehung der Sonne täglich ihre Stelle veränderte, und innerhalb einem Jahre einen Umlauf um ſie vollbrächte. Dieſer jährliche Umlauf bewirkt es, daß die Sonne nicht an jedem Tage mit einerlei Fixſtern zugleich in den Mittagskreis eines Ortes tritt, ſondern den folgenden Tag faſt um einen Grad weiter gegen Morgen von ihm erſcheint, wenn ſie am vorigen mit ihm zugleich in den Mittagskreis trat. Wenn alſo die Sonne z. B. irgendwo am Tage der Frühlings-Nachtgleiche mit dem Nullpunkt des Widderzeichens zugleich im Mittagskreiſe erſcheint: ſo wird ſie den Tag nachher nicht wieder zugleich mit ihm eintreten können: ſie wird, wenn er wieder in den Mittagskreis tritt, und alſo ein Sterntag weiter iſt, noch faſt um 1° gegen Morgen vom Mittagskreiſe deſſelben Orts entfernt ſeyn, und alſo noch etwa 4 Minuten Zeit nöthig haben, ehe ſie ihn völlig erreicht. Den folgenden Tag wird ſie wieder um beinahe 1 Grad oder faſt 4 Minuten Zeit noch weiter gegen den Frühlingspunkt zurück bleiben: zur Zeit der Herbſtnachtgleiche wird dieſe Verſpätung 12 Stunden und bei der Rückkehr des Frühlings einen gan-

zen Tag betragen; wenn man die Kleinigkeit, die aus der Vorrückung der Nachtgleichen entſteht, und jährlich etwa drei Zeitſecunden beträgt, wie hier füglich geſchehen kann, ganz außer Acht läßt.

Man nennt die Zeit zwiſchen zwei auf einander folgenden Durchgängen der Sonne durch den Mittagskreis eben ſo einen Sonnentag, wie die Zeit zwiſchen zwei Durchgängen eines Sterns einen Sterntag: eben ſo den vier und zwanzigſten Theil des Sonnentages eine Sonnenſtunde u. ſ. w. Es würde ſehr leicht ſeyn, einen in Sternzeit angegebenen Zeitraum in einen eben ſo langen Zeitraum von Sonnenzeit und umgekehrt zu verwandeln, wenn die Sonnentage gleich lang wären und folglich jeder einzelne den Sterntag um eine beſtimmte ſtets ſich gleich bleibende Anzahl von Secunden überträfe. Aber ſo verhält es ſich keinesweges. Theils iſt der Lauf der Erde um die Sonne ungleichförmig: ſie geht, wenn ſie der Sonne am nächſten iſt, während einer Umwälzung um ihre Achſe durch einen größern Theil ihrer Bahn, als im Sommer, wenn ſie von ihr weiter entfernt ſteht; daher rückt die Sonne, deren ſcheinbarer Lauf eben dieſelben Unregelmäßigkeiten zeigen muß, im Sommer täglich nur etwa um 57, im Winter hingegen um 61 Minuten in ihrer Bahn fort; und ſchon darum muß der Sonnentag im Sommer weniger als im Winter von der Dauer eines Sterntages abweichen. Außerdem hängt die Länge des Sonnentages davon ab, ob ſich die Sonne in einer ſchiefern Richtung gegen die Mittellinie oder mit derſelben mehr gleichlaufend fortbewegt: im erſten Falle werden die Sonnentage durch die vorige ſcheinbare Bewegung der Sonne weniger, als im letzten an ihrer Länge zunehmen. Hieraus ſieht man, daß in den Tagen des Winterſtillſtandes beide Gründe ſich vereinigen, die Sonnentage (von einem Mittage bis zum andern gerechnet) länger als im Sommer zu machen, indem die natürlichen Tage (die Zeit, während deren die Sonne über unſern Geſichtskreis verweilt, und die der Nacht entgegengeſetzt werden) am kürzeſten ſind. Da ſich mit der Länge des Sonnentages zugleich die Größe ihrer gleichen Theile, alſo der Stunden, Minuten u. ſ. w. verändert; ſo ergiebt ſich hieraus zugleich wie unmöglich es iſt, daß eine Räder-Uhr, deren Vollkommenheit in der Gleichförmigkeit ihres Ganges beſteht, mit einer richtigen Sonnen-Uhr, welche ſtets wahre Sonnenzeit anzeigt, übereinſtimmend gehen kann.

Weil aber die Sonne doch weit mehr Einfluß auf das menſchliche Thun und Laſſen überhaupt hat, als irgend ein anderer Fixſtern, und man alſo nach ihrem Laufe die Tage zu zählen, die Zeit zu beſtimmen gewohnt iſt; ſo hat man auch auf ein Mittel denken

müſſen, aus ihrem ſcheinbaren Laufe, ungeachtet ſeiner Unregelmäßigkeiten ein gleichförmiges Zeitmaaß abzuleiten, nach welchen man den Gang der mechaniſchen Uhren beſtimmen könnte. Dieß hat man darin gefunden, daß man aus den ungleichen Längen der Sonnentage den Durchſchnitt im Mittel genommen hat. Man hat alſo unterſucht, um wie viel jeder Sonnentag einen Sterntag übertreffen würde, wenn ſich die Sonne während eines Jahres völlig gleichförmig durch die Mittellinie fortbewegte, anſtatt, daß ſie jetzt in einer gegen die Mittellinie geneigten Bahn mit ungleicher Geſchwindigkeit fortrückt. Da ſie in dem vorausgeſetzten Fall täglich durch 59′ 8″ 20‴ der Mittellinie ſich fortbewegen mußte, um die 360° derſelben in einem Jahr zu vollenden; ſo muß der mittlere Sonnentag um ſo viel länger als ein Sterntag ſeyn, als dazu erforderlich iſt, damit ſich dieſe 59′ 8″ 20‴, um welche die Sonne täglich gegen Morgen fortrückt, nach vollbrachtem Sterntage durch den Mittagskreis fortſchieben können. Dazu gehören 3 Minuten 56 Secunden 33 Tertien Sternzeit; folglich beträgt der mittlere Sonnentag 86636 $\frac{3}{10}$ Secunden Sternzeit, und der Sterntag 86164 Secunden mittlerer Sonnenzeit, und man kann hiernach jeden in der einen Art von Zeit beſtimmten Zeitraum leicht in die andere Art verwandeln.

Nach dieſer mittlern Sonnenzeit werden die gewöhnlichen Uhren eingerichtet, die alſo zwiſchen zweien Durchgängen eines Fixſterns durch den Mittagskeis um 23 Stunden 56 Minuten und 4 Secunden fortrücken müſſen. Auch wird ſie gewöhnlich bei den Angaben in aſtronomiſchen Tafeln zum Grunde gelegt, die man alſo, ſo oft es nöthig iſt, in wahre Sonnenzeit verwandeln muß. Bei aſtronomiſchen Beobachtungen gab man ehemals gewöhnlich die wahre Sonnenzeit an, und mußte alſo jedesmal die von einer richtigen Uhr angegebene Zeit in dieſelbe verwandeln, welches man die Zeitgleichung nennt: bequemer aber iſt es die Sternzeit, wie neuerlich vorgeſchlagen iſt, dabei anzugeben.

Die mittlere Sonnenzeit oder Uhrenzeit kann zwar von der ungleichförmigen wahren Sonnenzeit an einem einzigen Tage nicht viel über 30 Secunden abweichen; aber die aufgeſammelte Ungleichheit zwiſchen beiden während mehreren Monaten kann gegen eine Viertelſtunde betragen. So zeigt z. B. im Jahr 1800 am 10ten und 11ten Februar eine nach mittlerer Sonnenzeit richtig gehende Uhr ſchon 12 Uhr 14 Minuten 38 Secunden und 12 Tertien, wenn die die Sonne in den Mittagskreis tritt, und dadurch dem Mittag nach wahrer Sonnenzeit macht: dagegen iſt in eben dieſem Jahr am 3ten November der wahre Mittag ſchon um 11 Uhr, 43 Minuten, 44 Secunden, 42 Tertien rich-

tiger Uhrzeit oder mittlerer Sonnenzeit. Nur in der Mitte des April und Junius, in den letzten Tagen des Auguſt und gegen das Ende des Decembers iſt es nach mittlerer und wahrer Sonnenzeit zugleich Mittag: während der übrigen Zeit weichen beide mehr oder weniger, am meiſten aber im Februar und November von einander ab.

Im bürgerlichen Leben rechnet man bei uns den Anfang eines Tages von Mitternacht, zählt von dort an bis zum Mittage 12, und von dieſem wieder neue zwölf Stunden bis zu folgender Mitternacht, alles in mittlerer Zeit: die Sternkundigen hingegen fangen den Tag mit dem wahren Mittage an, und zählen von hier bis zum folgenden 24 Stunden fort. Daher fallen die bürgerlichen Nachmittagsſtunden mit den aſtronomiſchen zuſammen; aber in den Vormittagsſtunden werden dieſe durch eine um 12 größere Zahl angezeigt, dagegen der zu ihnen gehörige Tag um einen früher iſt. Es iſt alſo der 21ſte September 4 Uhr Nachmittags in bürgerlicher Zeit auch nach der aſtronomiſchen Angabe der 21ſte September 4 Uhr; aber der 22ſte September 10 Uhr Morgens würde von einem Sternkundigen durch den 21ſten September 22 Uhr angegeben werden.

Die übrigen Arten von Eintheilungen der Tage, die man bei andern Völkern findet, und wovon einige eben ſo ſonderbar als unbequem ſind, können wir hier füglich übergehen, und uns zu der Beſtimmung größerer Zeiträume wenden, die aus mehreren Tagen beſtehn.

Der merkwürdigſte derſelben iſt für uns das Jahr, oder die Zeit während dem die Sonne ihre ganze Bahn von einer Sonnenwende bis wieder zu ebenderſelben zu laufen ſcheint, und nach deren Verlauf ſie alſo eben denſelben Stand gegen die Erde hat, wie zu Anfange. Dieſer Zeitraum enthält 365 Tage, 5 Stunden, 48 Minuten und $48\frac{16}{1000}$ Secunden. Da aber das bürgerliche Jahr nicht füglich zu verſchiedenen Tageszeiten anfangen kann, ſondern aus ganzen Tagen beſtehen muß; ſo muß man entweder die Anzahl von vollen Tagen, welche dem wahren Jahre am nächſten kommen (alſo 365) unveränderlich für die Dauer des Jahres annehmen, wo denn das Jahr um beinahe einen Vierteltag zu kurz wird, und alſo der Anfang deſſelben alle vier Jahr etwa um einen Tag ſpäter fällt, alle Jahrszeiten allmählig durchwandert, und nach faſt anderthalb Jahrtauſenden auf denſelben Tag zurückkehrt: oder man muß, wenn man die Jahreszeiten an gewiſſe Tage binden will, den Ueberſchuß über 365 Tage, als Schalttag einſchieben. Auf dieſer letzten Verfahrungsart beruht das bei uns noch gewöhnliche julianiſche Jahr. Das Jahr wurde nämlich von Julius Cäſar zu 365 Tagen angenommen, aber es ward, weil

es dann um beinahe einen Vierteltag zu kurz war, alle vier Jahr zwiſchen dem 23ſten und 24ſten Februar ein Schalttag eingeſchoben. Mit dieſer Einrichtung würde man völlig ausreichen können, wenn das Jahr genau 365 Tage und 6 Stunden enthielte; da es aber nur 5 Stunden, 48 Minuten, $48\frac{16}{1000}$ Secunden enthält; ſo iſt das julianiſche Jahr eigentlich um 11 Minuten und beinahe 12 Secunden, alſo 400 julianiſche Jahre faſt um 3 Tage zu lang. Der Anfang des Jahres würde alſo nach der julianiſchen Einrichtung alle vier Jahrhunderte um 3 Tage früher fallen, und folglich, ihrem Zwecke ganz zuwider, allmählig durch alle Jahreszeiten fortrücken, und endlich, obgleich erſt nach etwa 5 Jahrtauſenden zu ſeiner alten Stelle zurückkehren.

Weil die Kirchenverſammlung zu Nicäa im Jahr 325, da unter Kaiſer Conſtantin dem Großen das Chriſtenthum als öffentliche Staatsreligion eingeführt ward, den Beſchluß gefaßt hatte, oder eigentlich nur gefaßt haben ſoll, daß das Oſterfeſt jedesmal an dem Sonntage nach demjenigen Vollmonde gefeiert werden ſollte, der zunächſt auf den Tag der Frühlings-Nachtgleiche (damals den 21ſten März) folgen würde; ſo wurde ſchon ſeit dem achten Jahrhunderte bemerkt, daß der julianiſche Kalender einer Verbeſſerung bedürfe, weil die Frühlings-Nachtgleiche nicht mehr auf den 21ſten März, ſondern auf den 18ten falle. Dieſe Verbeſſerung kam aber erſt gegen das Ende des ſechszehnten Jahrhunderts unter dem Papſt Gregor XIII. zu Stande, der im März 1582 durch eine Bulle den ſogenannten neuen Styl, oder gregorianiſchen Kalender einführte, wodurch die Frühlings-Nachtgleiche, die damals auf den 10ten März fiel, für die Zukunft wieder auf den 21ſten geſetzt ward, indem man in dieſem Jahre ſogleich hinter dem vierten October den funfzehnten zählte. Um den Fehler künftig zu vermeiden, durch welchen bei der julianiſchen Einrichtung 400 Jahre um 3 Tage zu lang wurden, ſetzte man feſt, die Jahre, wodurch ein Jahrhundert vollendet wird, nicht mehr, wie bisher ſämmtlich zu Schaltjahren zu machen, ſondern den Jahren 1700, 1800, 1900 nur die Länge gemeiner Jahre von 365 Tagen zu geben, und nur aus dem Vollendungsjahr jedes vierten Jahrhunderts, alſo 2000, 2400, 2800, 3200 u. ſ. w. ein Schaltjahr zu machen. Bei dieſer Einrichtung kann ſich die Frühlings-Nachtgleiche höchſtens um zwei Tage von dem 21ſten März entfernen, und ſie würde für die Ewigkeit richtig ſeyn, wenn 400 wahre Jahre ganz genau um 3 Tage kürzer wären, als 400 julianiſche, alſo das wahre Jahr genau um 648 Secunden von dem julianiſchen an Länge übertroffen würde: da aber das wahre Jahr nicht um 648, ſondern um 672 Secunden kürzer iſt, als das julianiſche; ſo iſt auch das gre-

goriſche noch um 24 Secunden zu kurz. Dieſe 24 Secunden aber werden erſt nach 3600 Jahren einen ganzen Tag ausmachen, wo man dann genöthigt ſeyn wird, einmal vier Vollendungsjahre von Jahrhunderten hinter einander zu gemeinen Jahren zu machen.

Der gregorianiſche Kalender würde, bei ſeinen unläugbaren Vorzügen vor dem julianiſchen ſehr bald allgemein eingeführt worden ſeyn, wenn nicht der Parteihaß zwiſchen den Proteſtanten und den Römiſch-Katholiſchen damals noch zu neu und zu heftig geweſen wäre, als daß ſich nicht jene ſelbſt gegen eine unſtreitige Verbeſſerung bloß darum, weil ſie den römiſchen Papſt zum Urheber hatte, hätten ſträuben ſollen, und wenn nicht zugleich die Art, wie nach dem gregorianiſchen Kalender die Feier des Oſterfeſtes beſtimmt ward, dieſem Parteihaſſe einen ſchicklichen Vorwand dargeboten hatte. Die ſchon angeführte von Proteſtanten und Katholiken für verbindlich geachtete, obgleich an und für ſich zweifelhafte und in den uns aufbehaltenen Schlüſſen der nicäniſchen Kirchenverſammlung nicht anzutreffende Vorſchrift über die Feier des Oſterfeſtes, machte es nämlich nothwendig, in dem chriſtlichen Kalender nicht nur auf den Sonnenlauf, welches im gregorianiſchen hinlänglich geſchehen war, ſondern auf den Mondlauf Rückſicht zu nehmen, weil man wiſſen mußte, auf welchen Tag im Jahr jedesmal der erſte Vollmond nach der Frühlings-Nachtgleiche fiel, um darnach den Oſterſonntag zu beſtimmen. Nun hatten die Verfaſſer des gregorianiſchen Kalenders zwar die ehemals zur Beſtimmung der Neumonde gebrauchte metonianiſche Rechnungsart, nach welcher vorausgeſetzt ward, daß die Neumonde immer nach 19 Jahren auf denſelben Tag fallen müßten, darum verlaſſen, weil nach 312½ Jahre der Neumond um einen Tag früher fällt, als dieſe Rechnung angiebt, und hatten ſtatt der güldnen Zahl, welche für jedes einzelne Jahr anzeigt, das wie vielſte es unter den 19 zu einem metonianiſchen Zeitkreiſe gehörigen Jahren iſt, die Berechnung mit Epakten eingeführt, die etwas genauer mit dem Mondlaufe übereinſtimmt, deren deutliche Auseinanderſetzung aber uns hier zu vielen Raum einnehmen würde. Allein da die Epakten den Tag des Neumondes, und alſo auch des Oſtervollmonds, ebenfalls nicht immer völlig genau beſtimmten; ſo wurden dieſelben im Jahr 1700, da endlich die evangeliſchen Reichsſtände, ſo wie auch die Holländer und Dänen, den gregorianiſchen Kalender größtentheils annahmen, von ihnen verworfen: ſie ſetzten feſt, daß der Oſtervollmond jedesmal durch eine aſtronomiſche Rechnung nach Keplers rudolphiniſchen Tafeln beſtimmt werden ſollte, und daher wich Oſtern, nebſt den übrigen davon abhängigen beweglichen Feſten in dieſem verbeſſerten gregorianiſchen Kalender zuweilen um eine Woche von dem grego-

rianiſchen ab. So fiel z. B. 1724 der Oſtervollmond nach den rudolphiniſchen Tafeln und für den Mittagskreis von Oranienburg, für welchen dieſelben berechnet ſind, auf den 8ten April um 4 Uhr Nachmittags. Dies war ein Sonnabend, und folglich feierten die Proteſtanten ihr Oſterfeſt den 9ten April. Nach den Epakten hingegen fiel der Vollmond erſt auf den 9ten April und die Römiſch-Katholiſchen konnten alſo ihr Oſterfeſt erſt den 16ten April feiern. Eben ſo fiel im Jahr 1744 Oſtern bei den Proteſtanten auf den 29ſten März, bei den Katholiken auf den 5ten April. Im Jahr 1778 würde auf eine ähnliche Weiſe das gregorianiſche Oſterfeſt auf den 19ten, das proteſtantiſche auf den 12ten April gefallen ſeyn, wenn ſich nicht die evangeliſchen Stände 1775 entſchloſſen hätten, ihre Feier dann ebenfalls auf den 19ten April zu verlegen, um nicht ihre Oſtern zugleich mit dem Paſcha der Juden am 12ten April zu begehn; dieſer Beſchluß ward hernach dadurch überflüſſig, daß die evangeliſchen Stände im Jahr 1776 dem neuen Styl unter dem Namen eines **allgemeinen Reichskalenders** völlig beitraten, und alſo das Feſt der Auferſtehung künftig jederzeit mit der römiſchen Kirche zugleich feiern. England hatte ſchon 1751 und Schweden 1753 den verbeſſerten Kalender angenommen; ſo daß Rußland jetzt der einzige chriſtliche Staat iſt, in welchem der alte Styl noch beibehalten wird.

Da es zu weitläuftig geweſen wäre, die Epakten-Rechnung, worauf ſich die Oſterbeſtimmung jetzt gründet, hier völlig zu entwickeln; ſo liefern wir ſtatt derſelben hier eine Tafel über die Tage, auf welche das Oſterfeſt während des künftigen Jahrhunderts fällt. Daß in dieſer Tafel M den März, und A den April anzeigt, wird man leicht wahrnehmen.

1801	5 A.	1826	26 M.	1851	20 A.	1876	16 A.
1802	18 A.	1827	5 A.	1852	11 A.	1877	1 A.
1803	10 A.	1828	6 A.	1853	27 M.	1878	21 A.
1804	1 A.	1829	19 A.	1854	16 A.	1879	13 A.
1805	14 A.	1830	11 A.	1855	8 A.	1880	28 M.
1806	6 A.	1831	3 A.	1856	23 M.	1881	17 A.
1807	29 M.	1832	22 A.	1857	12 A.	1882	9 A.
1808	17 A.	1833	7 A.	1858	4 A.	1883	25 M.
1809	2 A.	1834	30 M.	1859	24 A.	1884	13 A.
1810	22 A.	1835	19 A.	1860	8 A.	1885	5 A.
1811	14 A.	1836	3 A.	1861	31 M.	1886	25 A.
1812	29 M.	1837	26 M.	1862	20 A.	1887	10 A.
1813	18 A.	1838	15 A.	1863	5 A.	1888	1 A.
1814	10 A.	1839	31 M.	1864	27 M.	1889	21 A.
1815	26 M.	1840	19 A.	1865	16 A.	1890	6 A.
1816	14 A.	1841	11 A.	1866	1 A.	1891	29 M.
1817	6 A.	1842	27 M.	1867	21 A.	1892	17 A.
1818	22 M.	1843	16 A.	1868	12 A.	1893	2 A.
1819	11 A.	1844	7 A.	1869	28 M.	1894	25 M.
1820	2 A.	1845	23 M.	1870	17 A.	1895	14 A.
1821	22 A.	1846	12 A.	1871	9 A.	1896	5 A.
1822	7 A.	1847	4 A.	1872	31 M.	1897	18 A.
1823	30 M.	1848	23 A.	1873	13 A.	1898	10 A.
1824	18 A.	1849	8 A.	1874	5 A.	1899	2 A.
1825	3 A.	1850	31 M.	1875	28 M.	1900	15 A.

Durch die Beſtimmung des Oſterfeſtes ordnen ſich die übrigen beweglichen, oder an keinen feſtgeſetzten Tag irgend eines Monats gebundenen, Feſte von ſelbſt. Die nun vor dem Oſterfeſte vorhergehenden Sonntage führen die beſondern Nahmen: 1) Septuageſimä, 2) Sexageſimä, 2) Eſtomihi, 4) Invocavit, 5) Reminiscere, 6) Oculi, 7) Lätäre, 8) Judica, 9) Palmarum, deren letzter unmittelbar vor dem Oſterſonntage vorhergeht, ſo daß in die auf ihn folgende Woche der grüne Donnerſtag und Charfreitag, ſo wie ſechs Wochen früher, zwiſchen Eſtomihi und Invocavit der Aſchermittwoch fällt. Die vor Septuageſimä vorhergehenden Sonntage werden von dem unbeweglichen Feſte der Erſcheinung Chriſti, (Epiphania oder die heiligen drei Könige) welches ſtets auf den 6ten Januar fällt, der erſte, zweite, dritte u. ſ. w. Sonntag nach Epiphania benannt, und die Anzahl derſelben iſt alſo deſto größer, je ſpäter der Oſterſonntag fällt. Nach Oſtern füh-

ten die nächſten acht Sonntage folgende Namen: 1) Quaſimodogeniti, 2) Miſericordias Domini, 3) Jubilate, 4) Cantate, 5) Rogate und der hierauf folgende Donnerſtag der Himmelfahrtstag, 6) Exaudi, 7) Pfingſten, 8) Trinitatis. Von hier an heißen die folgenden der Reihe nach, der erſte, zweite u. ſ. w. Sonntag nach Trinitatis bis zu den letzten vier Sonntagen vor Weihnachten, welche die vier Advents-Sonntage heißen. Da Weihnachten ſtets auf den 25ſten December fällt; ſo giebt es alſo deſto mehr Sonntage nach Trinitatis, je früher Oſtern fällt, und je länger daher der Zeitraum zwiſchen Pfingſten und Weihnachten iſt.

Die wichtigſten unbeweglichen Feſte, die ſtets auf denſelben Tag fallen, ſind: Neujahr, den 1ſten Januar; Epiphania, oder Heil. drei Könige den 6ſten Januar; Johannisfeſt, den 24ſten Juni; Michaelisfeſt den 29ſten September; und Weihnachten den 25ſten December. Mehr beweglich, als unbeweglich ſind die vier Quatembertage, die ſämtlich auf den Mittewoch fallen; und zwar der erſte nach dem Sonntage Invocavit, der zweite nach dem Pfingſtfeſte, der dritte nach dem 14ten September (Kreuz-Erhöhung), der vierte nach dem 13ten December (Lucia).

Dieſe kurze Ueberſicht, der bei unſerm Kalender befolgten Grundſätze wird unſern Leſern den brauchbarſten Theil deſſelben einigermaßen erläutern. Was er ſonſt von aſtronomiſchen Beſtimmungen enthält, iſt von geringerem Einfluſſe auf die Geſchäfte des gemeinen Lebens: die Wetterankündigungen nebſt ähnlichen Vorherſagungen ſind Beweiſe, wie ſehr der große Haufe noch an ſeinen Aberglauben hängt, indem er lieber den ihm ſo nützlichen Kalender entbehren, als auf dieſe grundloſen Prophezeihungen Verzicht thun will.

Allgemeine Erdbeſchreibung

Zweites Hauptſtück

Die natürliche Erdbeſchreibung (phiſiſche Geographie.)

Einleitung.

Die Oberfläche eines abgeplatteten kugelähnlichen Körpers, wie eigentlich unſere Erde iſt, iſt nur ſehr wenig größer, als die Oberfläche einer Kugel, deren Durchmeſſer zwiſchen dem größten und kleinſten Durchmeſſer jenes Körpers das Mittel hält; wir werden uns daher nicht weit von der Wahrheit entfernen, wenn wir die Erde als eine Kugel anſehen, deren Durchmeſſer 6551580 Toiſen beträgt. Nehmen wir alsdann ihren Umfang zu 5400 Meilen an; ſo enthält jede ſolche Meile 3811½ Toiſen, und die Oberfläche der Erde 9281916 Flächenmeilen.

Die ganze Erde iſt äußerlich eine Waſſerkugel, auf welcher zwei große und eine Menge kleinerer Inſeln liegen. Die eine jener beiden Hauptinſeln (Taf. I.) enthält nordweſtlich Europa, nordöſtlich Aſien, und gegen Süden Afrika: die beiden erſten ſind bloß durch willkührliche Gränzen von einander geſondert; das letzte aber hängt nur durch eine ſchmale Landenge mit Aſien zuſammen. Die zweite große Hauptinſel iſt Amerika (Taf. II.) Zu dieſen vier Welttheilen kommt nach den neueren Entdeckungen in der zweiten Hälfte dieſes Jahrhunderts noch der fünfte, nämlich Auſtralien oder die Südwelt, welches aus der großen Inſel Neuholland, und vielen, meiſtens kleinen Inſeln auf der ſüdlichen Hälfte der Erdkugel beſteht.

Die Flächengröße dieſer Welttheile wird ohngefähr auf folgende Art geſchätzt:

I. Europa — — — — —	184194,	genauer vielleicht nur	171834 Flächenmeilen.
II. Aſien — — — — —	752505,	nach Andern — —	817950 — —
III. Afrika — — — — —	509950,	— — — —	512775 — —
IV. Nördliches Amerika von der Mittellinie an — —	357212	— — — —	676560 — —
Südliches Amerika — —	263667		
V. Neuholland, Neu-Guinea und Neuſeeland — — —	172000		

Zuſammen 2239528 Flächenmeilen.

Das Waſſer nimmt auf der Erdfläche etwa dreimal ſo vielen Raum ein, als das veſte Land nebſt den Inſeln. Denn höchſtens ſchätzt man die ganze bewohnbare Erde auf 3059675 Flächenmeilen, die aber freilich auf eine höchſt ungleiche Weiſe in einzelne Staaten zertheilt ſind. Das ganze Europa macht noch nicht $\frac{1}{17}$ der bewohnbaren Erdfläche aus; hingegen die Regierungen über Rußland und China beherrſchen jede faſt $\frac{1}{9}$ derſelben und jedes dieſer Reiche iſt alſo faſt doppelt ſo groß, wie unſer ganze Welttheil.

Das Weltmeer (der Ozean) beſteht aus fünf Hauptmeeren. Das erſte iſt das nördliche Eismeer um den nördlichen Angelpunkt bis an den Angelkreis. Das zweite iſt das weſtliche Weltmeer zwiſchen Europa und Afrika auf der einen, und Amerika auf der andern Seite. Es reicht von dem nördlichen Eismeere bis zum ſüdlichen: das Nordmeer, das atlantiſche und das äthiopiſche Meer ſind von Norden gegen Süden zu, Theile derſelben. Das dritte iſt das indiſche Weltmeer, zwiſchen der Oſtküſte von Afrika auf der Abend- und dem großen aſiatiſchen Inſelmeer und Neuholland an der Morgenſeite. Seine Breite erſtreckt ſich von der Seeküſte Aſiens bis an das ſüdliche Eismeer. Das vierte und größte iſt das große Weltmeer, wovon das nördliche Meer zwiſchen Aſien und Amerika, das ſtille Meer längs der Weſtküſte von Amerika, und das große Südmeer im Süden von Amerika, Afrika und Aſien, einzelne Theile ſind. Es wird durch die weſtliche Küſte von Amerika auf der einen, durch die öſtliche Küſte von Aſien und Neuholland auf der andern Seite begränzt, und erſtreckt ſich von einem Eismeere bis zum andern. Das fünfte Hauptmeer iſt das ſüdliche Eismeer um den ſüdlichen Angelpunkt herum, deſſen Anfang man ſchon bei 8 oder 10 Grad dieſſeits des ſüdlichen Angelkreiſes annehmen kann.

Nach dieſer vorläufigen Ueberſicht der am meiſten in die Augen fallenden Haupttheile unſers Erdkörpers werden wir zuerſt von den Gebirgen und den übrigen Merkwürdigkeiten des veſten Landes, alsdann von dem Meere, den Quellen und Flüſſen, hernach von den allgemeinen Eigenſchaften und Erſcheinungen des Luftkreiſes, und endlich von den feuerſpeienden Bergen, Erdbeben, und den Veränderungen des Erdbodens handeln, ſo daß wir gleichſam die Eintheilung der natürlichen Stoffe in die Elemente, oder vielmehr in die verſchiedenen Arten, wie körperliche Stoffe uns erſcheinen können, dabei zum Grunde legen.

I.

Von dem feſten Lande.

1. Die Berge.

Die Berge machen gleichſam das Knochengerippe aus, an welchem die übrigen Theile unſerer Erde befeſtigt ſind. Selten ſind ſie einzeln auf Ebenen zerſtreuet; ſondern mehrere pflegen, mit ihren Grundflächen an einander hängend, Reihen zu bilden, die entweder, wie die Aeſte und Hauptzweige eines Baums, von einem Hauptſtamme ausſchießen, oder ſtrahlenförmig aus einem Mittelpunkt auslaufen. Die Hauptreihen erſtrecken ſich oft viele hundert Meilen weit, theils mitten durch das Land, theils längs der Seeküſten. Aus ihnen entſpringen die Bergäſte, die bisweilen eben ſo hoch ſind, als der Hauptſtamm, manchmal unter einem faſt rechten Winkel an die Hauptreihen gefügt ſind, und aus welchen wieder niedrigere Bergzweige hervorſchießen. Oft laufen zwei Reihen gabelförmig in eine einzelne zuſammen, oder zwei entfernte Reihen werden durch eine dritte verbunden. Die Inſeln des Meeres ſtellen hin und wieder Bergketten dar, die man als Fortſetzungen der Gebirge des feſten Landes anſehen kann; denn oft ſind die Inſeln nur die Spitzen von Bergen, deren niedrigere Grundflächen von dem Meere bedeckt ſind, deſſen Boden eben ſo ungleichförmig und uneben iſt, wie die Fläche des feſten Landes. Der Lauf der Bergketten iſt bald ziemlich gerade, bald gebogen oder geſchlängelt, ohne irgend eine Regelmäßigkeit. Merkwürdig iſt es indeſſen, daß die längſte und größte Reihe von Bergen, faſt in der Richtung von Südoſt nach Nordweſt, rund um die Erde zu gehen ſcheint, daß mehrere beträchtliche Bergketten, in ziemlich regelmäßigen Entfernungen

derſelben Richtung folgen, und daß eine andere Hauptreihe von Bergen, auf der Richtung der erſten faſt ſenkrecht, von Südweſt nach Nordoſten ſtreicht, mit welcher ebenfalls andere Reihen ziemlich gleichlaufend ſind. Der erſte Beobachter dieſer Regelmäßigkeit, der um die Erdbeſchreibung ſo verdiente Hofrath **Gatterer** hat jene erſte Reihe den Bergmeridian genannt. Sie iſt auf unſern Darſtellungen der Erdfläche im zweiten Hefte, weil ſich auf den Karten des erſten Heftes kein ſo bequemer Platz für ſie fand, (Taf. VI. und VII.) mit M bezeichnet, und dunkelroth gefärbt: ſie läuft von der ſüdlichen Spitze von Amerika bis tief in den Norden dieſes Welttheils in die noch unerforſchten Gegenden deſſelben hinauf, wo man alſo ihren eigentlichen Lauf noch nicht kennt; und eben ſo geht ſie in Aſien von Süden in die Straße von Malacca oder Malága an bis zur Meerenge Waigaz im nördlichen Rußland.

In einer Entfernung von 90 Graden von dieſem Haupt-Berg-Meridian findet man zwei Bergmeridiane (M 1 und M 2) die man Bergmeridiane der erſten Ordnung nennen könnte. Der eine, der **weſtafrikaniſche**, geht von der Südſpitze Afrika's, über das Seegebirge der azoriſchen und kanariſchen Inſeln, nach Amerika, nach Terre Neuve oder Newfoundland, und ſchließt ſich an die Küſtengebirge von Labrador an. Der zweite der **oſt-aſiatiſche**, ſteigt von der Südſpitze von Kamtſchatka bis an den lenaiſchen Buſen an's nördliche Eismeer hinauf.

Eben ſo giebt es in einer Entfernung von 45 Graden öſtlich und weſtlich von dem Haupt-Berg-Meridian zwei Bergmeridiane (m 1 m 2) die man Bergmeridiane der zweiten Ordnung nennen könnte. Der eine, der **aſiatiſch-europäiſche**, geht von der Südweſtſpitze Arabiens über klein Aſien nach dem ſüdöſtlichen Theile Europa's, längs der Oſtküſte des adriatiſchen Meeres durch Deutſchland bis zur Oſtſee, und von hier über Island nach dem Vorgebirge Herjols auf Grönland. Der zweite, der **aſiatiſche**, geht von der Südküſte der Halbinſel Korea, längs der Nordgränze von China, meiſtens in zwei Reihen bis an die Küſten des Eismeeres.

Endlich giebt es noch zwei Bergmeridiane der dritten Ordnung (m 1) und (m 2) die nur ohngefähr um 23½ Grad von den benachbarten Bergmeridianen entfernt ſind. Der eine, der **afrikaniſch-europäiſche**, liegt zwiſchen dem weſtafrikaniſchen Bergmeridian der erſten, und dem aſiatiſch-europäiſchen der zweiten Ordnung. Er fängt unter dem Wendekreiſe bei dem oſtafrikaniſchen Vorgebirge Corrientes an, geht über Madagascar, längs der öſtlichen und der nördlichen Seite von Afrika, über Sicilien der Länge

nach durch Italien, und zuletzt weſtlich durch Frankreich oberhalb Breſt zu der weſtengliſchen Landſpitze, Landesende genannt. Der zweite, der aſiatiſch-europäiſche, geht von dem perſiſchen Meerbuſen bis gegen Nordcap in Norwegen.

So wie alle dieſe Bergketten, mehr oder weniger gebogen, von Südoſten nach Nordweſten ſtreichen; ſo geht hingegen der Bergäquator (I, Tafel VI und VII mit dem dunkelſten grün bezeichnet) von Südweſt nach Nordöſt, unter 20° ſüdlicher Breite im weſtlichſten Amerika, queer durch dieſen Welttheil, ſo wie durch Afrika und Aſien bis zum Gebirge Tſchukzkoi unter 74° nördlicher Breite. Mit ihm gleichlaufend, aber nördlicher, fängt gerade unter der Mittellinie im Weſten von Amerika bei den gallapagiſchen Inſeln der erſte Nordparallel (1) an, geht über das atlantiſche Meer zum Pico auf Teneriffa, über den Atlas und die mittelländiſche Meerenge, durch das pyrenäiſche Gebirge und die Alpen, durch Polen und Litthauen, bis an's Eismeer auf der Weſtſeite des obiſchen Buſen. Der zweite Nordparallel (2) fängt etwa unter dem ſiebzehnten Grade nördlicher Breite an der Weſtküſte von Amerika an, geht öſtlich vom Miſſiſſipi, und hernach ſüdlich vom Lorenzoſtrome nach Neuſchottland, dann über Newfoundland aufs Meer nach der Südweſtſpitze Englands, alsdann durch Schottland bis an das Nordkap in Norwegen zum Eismeer. Der dritte Nordparallel (3) fängt unweit des nördlichen Wendekreiſes auf der Halbinſel Californien in Nordweſten von Amerika an, geht im Weſten des Miſſiſſippi und der kanadiſchen Seen bis zur Nordſeite der Wagerbay, und entzieht ſich hier unſern Blicken durch ſeinen Fortgang in Ländern, die noch nicht unterſucht ſind; vermuthlich aber iſt die Gebirgskette auf der Oſtküſte des alten Grönlands eine Fortſetzung von ihm. Der erſte Südparallel (4) läuft an den hervorragenden Südſpitzen von Amerika, Afrika und Aſien nordöſtlich auch durch Seegebirge fort.

Nächſt dieſer Spur von Regelmäßigkeit in den Strichen der Bergketten, iſt es auch auffallend, daß die Gebirge nicht, wie man vermuthen ſollte, in der Mitte des nach beiden Seiten ſich gleichförmig verflächenden Landes liegen, ſondern vielmehr faſt immer an der einen Seite einen jähen und ſteilen Abhang haben, und ſich dagegen an der andern allmählig in weite Ebenen verlieren. Man kann ſich von dieſer Wahrheit zum Theile ſehr leicht durch den Anblick der Landkarten überzeugen. Theils wird man die Bergketten ſehr häufig längs der Meeresküſten hinziehen ſehn, wo ſie an der entgegengeſetzten Seite von großen Landbreiten umgeben ſind: theils wird man auf denſelben gewahr, daß ſich an der einen Seite der Gebirge lauter kleine und kurze Küſtenflüſſe in's Meer ſtürzen, an

der andern hingegen große und auf einem langen Wege angewachſene Ströme von ihren Gipfeln her in allmäliger Senkung dem Meere ſich nahen. Wo die Gebirge tiefer im Lande liegen, ſieht man doch aus den Berichten der Reiſenden, daß ſie an der einen Seite viel ſteiler als an der andern ſind. Sehr augenſcheinlich kann man dies an der Kette der Andes im mittäglichen Amerika bemerken. Gegen Morgen ſind die Abhänge ſanft, die Thäler ſehr lang, der Amazonenſtrom, und der la Plata gehören zu den größten Strömen, die ſich auf unſerm Erdkörper finden. Auf der Seite des Südmeers aber gegen Weſten iſt der Abhang dieſer Berge ungemein ſteil, und es giebt hier faſt gar keine beträchtlichen Thäler oder Flüſſe. Von Afrika iſt uns der Bau der Gebirge weniger bekannt. Doch weiß man, daß die ganze Kette der afrikaniſchen Berge, welche die Küſte des rothen Meeres bildet, ſehr ſteil iſt, ſo wie die Gebirgskette in Arabien, die ſich an demſelben Meere der Länge nach hinzieht, und ſich morgenwärts gegen den perſiſchen Meerbuſen verflächt. Die Kette des Libanon, die in Kleinaſien bis an das ſchwarze Meer fortgeht, iſt an der Seite des mittelländiſchen Meeres ebenfalls ſteil, gegen Morgen aber, an der Seite des Euphrats, ſind die Abhänge ſanfter. Das kaukaſiſche Gebirg hat jähe Felſen und ſteile Bergwände an der mittäglichen Seite; aber es geht in ſanfteren Abhängen nach dem Terockfluſſe und den aufgeſchwemmten Gegenden, die ſich zwiſchen dem Don und der Wolga, ſo wie jenſeits derſelben bis zum Ural oder Jaikfluſſe. Auch die altaiſchen Gebirge ſollen an der ſüdweſtlichen und ſüdlichen Seite ungemein ſchwer zu erſteigen ſeyn; an der nordweſtlichen und nordlichen Seite hingegen ſich in minder jähen Abhängen und in allmähligen Fall nach den großen aufgeſchwemmten Gegenden Sibiriens verlieren. Eben ſo ſollen ſich an dem Gebirge Imaus (Mus-Day), an der Gränze Indiens und der kleinen Bucharei, von Süden her ſteile Höhen befinden, an der Nordſeite aber verflächt es ſich ſanft nach den großen kirgiſiſchen Steppen. Die Küſte Malabar iſt ebenfalls ſchmal und die Gebirge ſind jähe und ſteil; auf der Morgenſeite aber ſind die Abhänge ſanft, und die Küſte Coromandel iſt ſehr breit. Gleiche Bewandniß hat es mit der Küſte von China, die ſich gegen Abend allmählig verflächt, und von welcher ſich lange und große Ströme in's Meer ergießen.

Auch die europäiſchen Berge bieten uns ähnliche Erſcheinungen dar. So hat z. B. die große Kette, welche Schweden von Norwegen ſcheidet, auf der Morgenſeite ſanfte, auf der entgegengeſetzten ſehr ſteile Abhänge. Die Pyrenäen ſind an der ſüdweſtlichen ſpaniſchen Seite jähe und ſteil, an der nordöſtlichen franzöſiſchen kommen ſie unter gelin-

deren Abſtufungen in eine ſchrägere Abdachung bis zu den Ebenen von Bourdeaux herab. Die Alpen zeigen ſich an der ſüdlichen italiſchen Seite als jähe, pralle Gebirge, verflächen ſich aber gegen die Schweiz und Deutſchland an der Nordſeite in ſanften Abhängen. Der Habichtswald nebſt dem Harzgebirge haben gegen Süden jähe und ſteile Höhen, dagegen verflächen ſie ſich in gelinder Abnahme gegen Norden, gegen Holland und Weſtphalen. Das ſächſiſche Erzgebirge vom Fichtelberge bis zur Schneekuppe iſt, ſo wie das Rieſengebirge, von der böhmiſchen Seite weit ſteiler und jäher, als von der ſächſiſchen, wo ſie ſich in ſanften Abhängen allmählig bis an die flachen Ufer der Elbe, Oder und Weichſel an der Oſtſee verlieren. Die Karpathen ſind von der ſüdlichen ungariſchen Seite ſehr hohe Gebirge; dagegen nimmt ihre Höhe an der Nordſeite nach Gallizien in ſanfter Verflächung ab, und verliert ſich längs der Weichſel bis zur Oſtſee, zu den Seen Ladoga und Onega bis zum weißen Meere, und dem nördlichen Eismeere am Ausfluſſe des Obſtroms. Endlich ſind die an der ſüdlichen Küſte der Halbinſel Krimm laufende Gebirge von der Meerſeite her ganz jähe und ſteil; verlaufen ſich aber in ſanften Abhängen nach den aufgeſchwemmten Strecken der nordlichen Krimm, bis gegen die große Steppe zwiſchen den Dneper, dem Don und der Wolga.

Aufmerkſame Leſer werden bemerkt haben, daß dieſe Beiſpiele nicht nur beweiſen, daß die eine Seite der Berge ſteil und die andre ſanfter abhängig iſt, ſondern zugleich daß die ſteile Seite immer im Morgen oder Mittage iſt, alſo in Südoſten, die allmählig verflächten hingegen gegen Abend und Mitternacht in Südweſten liegt: eine Einrichtung, die zuverläßig kein Werk des Zufalls iſt, ſondern einen weſentlichen Umſtand im Baue des Erdkörpers anzeigt.

Merkwürdig ſind endlich noch die hohen Gegenden der Erde, die gleichſam Mittelpunkte von Bergketten ſind, welche ſich von da nach allen Gegenden verbreiten, und welche gewöhnlich durch das Zuſammentreffen mehrerer Bergmeridiane und Bergparallelen entſtehn. In Europa iſt die Schweiz eine ſolche Gegend, indem daſelbſt die Alpen, die Pyrenäen und die Apenninen mit ihren Wurzeln zuſammenſtoßen und mehrere Ströme entſpringen, die nach verſchiedenen Richtungen abfließen. Eine andere hohe Gegend ſcheint ſich in dem europäiſchen Rußland bei den Quellen des Don und der Wolga zu befinden, von wo ebenfalls Berge und Flüſſe nach allen Richtungen auslaufen. Das merkwürdigſte Mittelpunktsgebirge iſt in Norden von Tibet nebſt der von demſelben gebildeten hohen und weitläuftigen Bergebene, der Sandwüſte Kobi oder Schamo. In Afrika ſcheint eine ähn-

liche Gegend zwiſchen dem ſüdlichen Abiſſinien und den daran gränzenden Gegenden zu liegen. Im ſüdlichen Amerika iſt das Braſiliſche Erzgebirge eine Verbindung von vielen hohen Bergen um einen Mittelpunkt mit einigen auslaufenden Aeſten. Der Strich in Nordamerika, in welchem die großen kanadiſchen Seen liegen, iſt ein Erdrücken, von welchem ſich der Boden nach beiden Seiten, am meiſten nach Süden zu, ſenkt.

Der innere Bau der Gebirge bietet uns durch die Verſchiedenheit ihrer Maſſen, durch die Lagerung derſelben, durch die großen und kleinen die Berge durchſchneidenden Klüfte, ſo wie durch die mannigfaltigen, ſehr nutzbaren Stoffe, womit dieſe Klüfte angefüllt zu ſeyn pflegen, eine unerſchöpfliche Quelle zu Unterſuchungen dar. Bis jetzt iſt unſere Scheidekunſt noch zu unvollkommen, um das Verfahren der ſo mannigfaltigen und wirkſamen Naturkräfte bei der Entſtehung aller dieſer Abänderungen im Bau der Gebirge zu ergründen. Wir müſſen uns alſo damit begnügen, dieſe große Verſchiedenheit zu beobachten, und nur hie und da eine Erklärung von ihrer Entſtehungsart zu wagen.

Gewöhnlich beſtehen die Berge aus verſchiedenen über einander gelagerten Maſſen. Man pflegt ſie aber oft nach derjenigen Maſſe zu benennen, die zunächſt an der Oberfläche liegt, wenn ſich gleich noch andere darunter befinden. So nennt man ein Gebirge ein Thongebirge, oder ein Kalkgebirge, wenn es an der Oberfläche unter der zufälligen Decke Thon oder Kalk zeigt.

Im Allgemeinen iſt die Einrichtung der Gebirge folgende. Die höchſten Gebirge, welche als die Hauptgrundpfeiler den großen gegen einander gethürmten Maſſen zur Unterſtützung dienen, beſtehn aus Granit; wenigſtens hat man dies bei allen bisher angeſtellten Unterſuchungen gefunden.

Dieſer Felsſtein iſt ein Gemenge von Quarz, Glimmer nebſt gemeinem, ſelten mit dichtem Feldſpath, ſo daß bald der eine, bald der andere dieſer Gemengtheile darin am häufigſten iſt. Zuweilen fehlt auch Glimmer, oder auch der Quarz, wohl gänzlich. Dieſe Gemengtheile ſind im Granit bald größer bald kleiner, weshalb er dann grobkörnig oder feinkörnig heißt, und zuweilen unter ſich von ungleicher Größe. Die Körner ſeiner Gemengtheile haben ihm eben ſeinen Namen (von Granum, Korn) gegeben. Der Quarz des Granits iſt gewöhnlich weiß oder grau, ſeltner braun oder weiß; der Feldſpath aber iſt weiß, grau, roth, gelb oder grün, und beſtimmt, da er gewöhnlich den Hauptgemengtheil ausmacht, die Farbe des Granits. Nur ſelten kommt der Feldſpath oder der Glimmer im Granite kryſtalliſirt vor. Je nachdem der Feldſpath des Granits glänzend und blättrig

oder matt, erdig, zerreiblich und zum Theil völlig in Porzellan-Erde aufgelöſet iſt, verwittert der Granit ſelbſt leichter oder ſchwerer und zerfällt zuweilen an der Oberfläche zu einer Art von groben Sande, wodurch manche Granitgebirge ſchon einen beträchtlichen Theil ihrer Höhe verlohren haben mögen. Auch der Glimmer läßt ſich zuweilen, vorzüglich wenn er der Wirkung unterirdiſcher Waſſer und Dämpfe ausgeſetzt iſt, in eine ſpeckſteinartige Maſſe aus.

Nur ſelten und zufällig findet man im Granite ſchwarzen Schörl, rothe Granaten, Berill, Granblende, Speckſteine, Schwer- Fluß- und Diamant-Spath, Opal, Topas, Zinnſtein, Eiſenglimmer, gediegen Silber, und Bleiglanz, beigemengt: nicht weniger ſelten, ſind in ihm ganze Gebirgslager von andern Stoffen z. B. von Zinnſtein, Blende, Bleiglanz, Glimmer, Quarz oder Bergkryſtall befindlich. Unter den Metallen findet man nur Zinn und Eiſen häufig in den Seitenzweigen der großen Granitketten, und meiſtens ſehr abſätzigen, weder langen noch tiefen Gängen: hie und da kommt auch Waſſerblei und äußerſt ſelten Silber und Kobolt darin vor.

Der Granit heißt im engern Sinne das Grundgebirge der Erde, weil er eben ſo in Ebenen und tiefen Thälern, als in hohen Felſen, die wegen ihrer Erhabenheit, ſelbſt in dem heißen Erdgürtel, mit ewigem Schnee bedeckt ſind, und faſt in allen Gegenden der Erde vorkommt: obgleich ſich nicht mit Gewißheit behaupten läßt, daß er ein zuſammenhängendes Gewölbe um die ganze Erdkugel ausmache. So beſteht der Kaukaſus, der Ural und der Altai in Aſien, der Atlas in Afrika, die Anden in Amerika, das Seewogengebirge in Norwegen und Schweden, ſo wie die Gebirge in Finnland, die Karpathen in Ungarn und dem ehemaligen Pohlen, das Rieſengebirge in Böhmen und Schleſien, die Gebirge der Oberlauſitz, ein Theil des ſächſiſchen Erzgebirges, der Fichtelberg, der Odenwald und Schwarzwald, die Alpen in der Schweiz und Savoyen, die Apenninen in Italien, die Pyrenäen in Spanien, die Gebirge in der engliſchen Provinz Kornwallis und ſ. w. ganz oder doch größtentheils aus Granit.

Man findet im Granit die ſchönſten Kryſtalle; aber Salze und brennbare Materien werden in dieſen Gebirgen gar nicht gefunden, obgleich Torf und brennbare von Pflanzen herrührende Stoffe wohl auf ihnen anzutreffen ſind. Eben ſo wenig hat man in den Granitgebirgen jemals die geringſte Spur von Verſteinerungen oder von Abdrücken organiſcher Körper entdeckt. Sie ſind alſo früher auf der Erde geweſen, als Thiere und Pflanzen. Da ſie außerdem den übrigen Gebirgsarten zur Unterlage oder zur Seiten-

mauer dienen; ſo heißen ſie allein mit Recht urſprüngliche, oder uranfängliche Gebirge.

Indeſſen haben genaue Beobachtungen gelehrt, daß man nicht allen Granit für gleich alt annehmen darf. Am unwiderleglichſten wird dies durch Granitberge bewieſen, in welchen man wahre, von allen Seiten abgerundete Geſchiebe von anderem Granite eingeſchloſſen befindet, die alſo unſtreitig viel älter, als die Granitberge ſeyn müſſen, worin dieſe großen Trümmer jetzt angetroffen werden: außerdem findet man den Granit zuweilen über, theils abwechſelnd mit andern uranfänglichen Gebirgsarten, die ſich ſonſt nur auf ihm befinden. Für uralten Granit iſt nur derjenige zu halten, der aus den drei weſentlichen Gemengtheilen bald vorzüglich auf niedrigen Punkten in gröbern, bald beſonders in der Höhe, in feinern Körnern beſteht, und deſſen Gebirge auf keine Weiſe aus eigentlichen Lagern zuſammengeſetzt ſind. Jünger hingegen iſt wohl der Granit, der einen oder mehrere ſeiner weſentlichen Gemengtheile kryſtalliſirt, oder auch andre Kryſtalle enthält, die nicht etwa in einer Vertiefung oder Kluft, oder bloß äußerlich angeſetzt, und in beiden Fällen ſpätern Urſprungs ſind; oder auch derjenige, der außer Feldſpath, Glimmer und Quarz, noch irgend einen andern Theil in ſein Gemenge, oder fremde Stoffe in ganzen Lagern einſchließt. Derjenige Granit, der außer jenen drei Gemengtheilen noch Bitter-Erde enthält, ſcheint beſonders der Uebergang von dem uralten zu dem jüngern auszumachen. Dieſer jüngere Granit bildet niemals die Kerngebirge, ſondern nur die Abſprünge und Seitenzweige der uralten Hauptketten. In ihm allein ſcheinen ſich bis jetzt Metalle wenigſtens die edeln, gefunden zu haben, und ſeine Gebirge ſind mehr oder weniger aus deutlichen Gebirgslagen aufgebauet. Er iſt nicht leicht von ſo groben Korn, wie der grobkörnige uralte, und ſcheint mehr als dieſer von der Verwitterung zu leiden; denn ſeine Theile ſind nicht ſo feſt, wie im Urgranit, gleichſam in einander geſchmolzen, ſondern lokkerer zuſammengeküttet.

Da der uralte Granit keine regelmäßige Kryſtalliſation und kein blättriges Gefüge zeigt, ſo kann man ihn nicht füglich für einen im Waſſer regelmäßig gebildeten Niederſchlag halten. Er ſcheint vielmehr eine gleichſam geronnene, für eine regelmäßige Kryſtalliſation zu ſchnell erhärtete Maſſe zu ſeyn, ſo wie eine Auflöſung mehrerer Salze im Waſſer, die ſonſt in Kryſtallen regelmäßig anſchießen würde, bei einer zu ſchnellen Hitze plötzlich zu einem verwirrten Klumpen ſich verdichtet.

Der jüngere Granit hingegen ſcheint ſich oft in größerer Ruhe gebildet zu haben,

wie die in ihm vorkommenden Kryſtalle beweiſen. Der größte Theil deſſelben ſcheint ein durch Verwitterung oder andre Zertrümmerung zerſtörter uralter Granit, der ſich vorzüglich durch Mitwirkung des Waſſers wieder erzeugt hat. Wenigſtens verfertigt man noch jetzt bei Meſſina aus dem am Meeresſtrande verhärteten Granitſande, ſo wie in Grönland durch Begießen des Granitſandes mit Seewaſſer, einen wiedererzeugten Granit, den man zu Mühlſteilen gebraucht. In dem wiedererzeugten Granit des Harzgebirges, wovon man daſelbſt die auffallendſten Beiſpiele aus verſchiedenen Zeitaltern findet, hat der Feldſpath oft als Bindungsmittel der übrigen Theile gebildet.

Theils auf, theils neben den Granitgebirgen laufen gewöhnlich die ſchieferartigen Gebirge fort, welche ein bald mehr bald weniger ſchiefrichtes Gefüge haben. Man bemerkt an ihnen ziemlich gleichlaufende Steinſcheidungen oder Ablöſungen, weshalb ſie als unendlich viele auf einander ruhende Schichten von einerlei Steinarten zu betrachten ſind. Sie heißen daher auch geſchichtete (ſtratificirte) und, wegen der Gleichartigkeit des Geſteins in ihren Schichten, einfache Gebirge. Die Schichten richten ſich in ihrem Falle nach dem Gehänge des unterliegenden Granitgebirges, und nähern ſich oft der waagerechten Lage. Dieſe Gebirge beſtehen hauptſächlich aus Gneiß, Glimmerſchiefer und Thonſchiefer. Der Gneiß, welcher dem Granit zunächſt ſitzt, beſteht oft aus denſelben Beſtandtheilen wie jener, und beide gehen daher nicht ſelten unmerklich in einander über; aber ſein Gemenge iſt nicht körnig, wie beim Granit, ſondern blätterricht in ſchieferichten Lagen zuſammengewachſen.

Zuweilen iſt der Feldſpath im Gneiße ganz grobkörnig und das Gewebe ſehr dickſchiefrig, ſo daß er ſich ſehr dem Granit nähert. Eben ſo enthält er in dieſem Falle mehr Feldſpath als Quarz, die ſonſt meiſt zu gleichen Theilen in ihm enthalten ſind. Selten doch häufiger als im Granit, kommen Granaten, als zufällige Gemengtheile ſeltener Hornblende und Stahlſtein nebſt einigen Erzen unter denſelben. Zufällig trifft man im Gneiße wohl Lagen von körnigen Kalkſtein und Hornblendeſchiefer, gewöhnlicher aber Lager von gemeinen und glasartigen Stahlſtein, gemeinen Granate, Schwefelkieſe und magnetiſchen Eiſenſteine, die alſo mit ihm von gleichzeitiger Entſtehung ſeyn müſſen. Der Urſprung des Gneißes ſcheint, ſo wie der des Granits, nicht allenthalben gleich alt. Da er größtentheils unmittelbar auf Granit, und nicht auf andern Gebirgsarten vorkommt, ſo iſt er wahrſcheinlich nächſt dieſem am älteſten, und ſelbſt älter, als der jüngere Granit. Indeſſen möchte doch der Gneiß von dichtſchieferigem Gewebe, der ſchwarzen Glimmer, wenig Quarz

und dabei auch wohl ſchwarzen Schörl enthält, für älter gehalten werden müſſen, als der dünnſchieftige, worin der Glimmer grau, der Quarz häufig, der Schörl gar nicht befindlich iſt, oder worin Hornblende- Granat- und Kalkſtein-Lager vorkommen.

Der Gneiß iſt bei weitem nicht ſo häufig verbreitet, wie der Granit; denn in vielen Gegenden z. B. in Frankreich, England, auf dem Harze und am Rhein findet man ihn gar nicht.

So wie ſich der Gneiß nur durch das ſchiefrige Gefüge vom Granit unterſcheidet, ſo daß man ihn einen ſchiefrichten Granit nennen könnte; ſo weicht er vom Glimmerſchiefer bloß darin ab, daß dieſem der in jenem befindliche Feldſpath fehlt, und bloß Quarz und Glimmer in einem bald gröbern bald feinern ſchiefrigen Gewebe darin verbunden ſind. Rother Granat kommt unter den Gemengtheilen des Glimmerſchiefers ſehr häufig, ſchwarzer Schörl, Hornblende, Feldſpath und Metalle nur ſelten unter denſelben vor. Unter den in ihm vorkommenden Lagern ſind körniger Kalkſtein und Hornblende am gewöhnlichſten; doch kommen auch Lager von gemeinem Granat, nebſt allerlei Kieſen und Erzen ziemlich häufig darin vor.

Der Glimmerſchiefer, der ſeinen Namen von dem ihn vorzüglich auszeichnenden Gemengtheile, dem Glimmer, und von ſeinem ſchiefrigen Gewebe hat liegt zuweilen unmittelbar auf Granit, zuweilen auf Gneiß, oder Thonſchiefer, oder Porphyr, muß alſo auf jeder Stelle für jünger gehalten werden, als die Gebirgsarten, welche ihn zur Unterlage dienen. Sehr häufig geht er auf der einen Seite in Gneiß, auf der andern in Thon- Chlorit- oder Hornblendenſchiefer über. Der letzte beſteht aus Hornblende, die mit Quarz ſo innig gemengt iſt, daß er ſich nicht immer deutlich darin erkennen läßt.

Der Thonſchiefer iſt ein ſchiefriger Thon, ſelten mit Glimmer, häufig mit Quarz, zuweilen mit Granaten, Hornblende, Schwefelkies, auch wohl mit Feldſpath, ſchwarzen Schörl, dichtem und körnigen Kalkſtein, Kalkſpath, Zinnober und gediegenem Silber. Die ganze Maſſe erſcheint thonartig, iſt feinblätteriger als der Gneiß, und läßt ſich viel leichter nach der Lage der meiſten ſenkrechten Blätter ſpalten: der Bruch iſt in der Länge nach glatt, in der Queer grob und rauh. Durch den beigemiſchten Glimmer und durch das gröbere Korn unterſcheidet ſich der Thonſchiefer von dem Thone der bald zu erwähnenden Flözgebirge, welcher feinkörniger iſt, und gewöhnlich Kalkerde, oft auch Sand oder harzige Theile enthält.

Sein Gewebe iſt ſtets mehr oder weniger vollkommen ſchiefrig, in bald dünnen,

bald dicken, meiſtens geraden, ſeltner krummen und wellenförmigen Blättern von verſchiedenen Glanze. Es finden ſich in ihm gewöhnlich untergeordnete Lagen von Dachſchiefer, Wetzſchiefer, Alaunſchiefer, ſchwarzer Kreide, Chloritſchiefer, Talkſchiefer, Kieſelſchiefer und körnigen Kalkſtein, ſelten von Quarz, gemeinen Granat, Hornblendeſchiefer, Hornblende, Strahlſtein, Talk, Bleiglanz und andern Erzen. Er geht häufig in die übrigen genannten Schieferarten, beſonders in den Glimmerſchiefer; auch in den Glimmer ſelbſt über, und bildet an mehreren Orten ziemlich hohe, weitgeſtreckte Gebirge. Größtentheils gränzt er an Glimmerſchiefer und gehört folglich den Urgebirgen zu; doch ſcheint auch ein nicht unbeträchtlicher Theil der Thonſchiefergebirge von neuer Entſtehnng zu ſeyn, und einen Uebergang zu den Flötzgebirgen zu machen. Denn er enthält zuweilen, obgleich nur ſelten verkieſet Seekörper, beſonders kleine Ammonshörner, und muß alſo, zum Theil wenigſtens zu einer Zeit gebildet ſeyn, wo das Meer ſchon Schaalthiere enthielt, wovon man im Granit und den übrigen Urgebirgen keine Spur findet.

Der Thonſchiefer ſitzt oft unmittelbar, ohne Dazwiſchenkunft des Gneiß, auf dem Granitgebirge. Von gleichem Alter wie dieſe ſchiefrigen Gebirgsarten iſt der **Grauſtein**, der aus einem groben erhärteten Thone mit häufigem, ſchwarzen Glimmer und zufällig beigemiſchten Erdarten beſteht. Er iſt aber nicht ſchiefrig, ſondern gleichförmig, und ſteht in mächtigen dichten Lagen im Gebirge an. Er iſt, ſo wie die übrigen eben genannten Gebirgsarten erzführend, und ſitzt auch unmittelbar auf Granit auf.

Dieſe einfachen Schiefergebirge ſind die **Hauptlagerſtätte der Metalle**, und der Erze, worin dieſelben angetroffen werden. Im Gneiße bauen Sachſen, Böhmen und Salzburg ihre reichſten Silbergänge und es übertrifft ihn wohl keine Gebirgsart an Mannichfaltigkeit der in ſeinen Gäugen enthaltenen Erzeugniſſe. Der Glimmerſchiefer kommt mit dem Gneiße am Metallführung faſt ganz überein und enthält ebenfalls beinahe alle Metalle theils in Erzlagern, theils in Gängen. Er wird in Schleſien, im Salzburgiſchen in Norwegen und in Ober-Ungarn bebaut, und der größte Theil des ſchwediſchen Bergbaues wird auf ſeinen Erzlagern getrieben. Im Thonſchiefer ſind z. B. die Blei- und Silbergruben, des Harzes, die Böhmiſchen Bleigruben, einige ungariſche Kupfer- und Eiſengruben, die häufigen Silber- und Kupfergruben des altaiſchen Gebirges in Rußland. Doch kommen die Metalle in ihm nicht ſo häufig, wie im Gneiß und Glimmerſchiefer in Erzlagern vor, ſondern brechen mehr auf Gängen. Der Grauſtein iſt in Ungarn und Siebenbürgen faſt die einzige erzführende Gebirgsart. Er macht daſelbſt ſanft anſteigende, doch

ſehr hohe Gebirge, und gehört, wegen der Mächtigkeit, ſo wie wegen der edlen Erze ſeiner auf mehrere tauſend Klafter ununterbrochen fortſtreichenden Gänge, unter die wichtigſten Erzgebirge.

Die Schichten oder Steinlagen dieſer Thongebirge werden häufig von großen Spaltungen durchſchnitten, welche man Gänge nennt. Die Flächen der Gänge ſind mehr oder weniger geneigt, oft beinahe ſenkrecht. Die Neigung eines Ganges gegen eine waagerechte Ebene, oder gegen den Geſichtskreis heißt ſein Fallen; ſeine Richtung nach irgend einer Weltgegend heißt ſein Streichen. Das Geſtein, worauf der Gang ruht, iſt das Liegende; dasjenige, welches ihn von oben deckt, das Hangende des Ganges. Der Abſtand des Hangenden von dem Liegenden beſtimmt die Mächtigkeit des Ganges. Die Gänge ſind mit einer von dem Gebirge ſelbſt verſchiedenen Steinart, welche man die Gangart nennt, ausgefüllt, in einfachen Thongebirgen z. B. mit Quarz, Kalkſpat, Gypsſpat, Flußſpat, Hornſtein u. ſ. w. Beide Seiten des Ganges haben gewöhnlich einen Ueberzug von Thon oder Spat, welchen man das Saalband nennt. Diejenigen Gänge, welche wegen ihrer Erze der Bearbeitung werth ſind, heißen edle: diejenigen, welche bloß mit Thon oder einer kein Erz enthaltenden Steinart angefüllt ſind, heißen unedle oder taube Gänge; ſo findet man z. B. oft Quarzgänge in urſprünglichen Granitgebirgen, oft im Gneiße. Die einfachen Schiefergebirge heißen, weil in ihnen vorzüglich Gänge, beſonders die an edeln Metallen reichhaltig, angetroffen werden, auch Ganggebirge.

Gewöhnlich liegen die reichern und ſchwächern Gänge näher nach dem Granitgebirge, die ärmern und mächtigern nach den einfachen Kalkgebirgen zu. Merkwürdig iſt es, daß ſo wohl die edeln Gänge für ſich allein, als die unedlen allein in einem und eben demſelben Gebirge gemeiniglich unter einander gleichlaufend und ähnlich geneigt ſind, daß aber die Richtungen der edeln merklich von den Richtungen der unedeln abweichen, und daß bei Durchkreuzungen gewöhnlich der edle von dem tauben durchſchnitten oder gar verrückt wird, ſelten der taube von dem edeln. Edle Gänge, die ſich im Streichen oder Fallen durchkreuzen, pflegen ſich noch mehr zu veredeln; ſelbſt bei unedeln findet man zuweilen dieſe Veredlung durch's Kreuzen. Ein tauber Gang verwirft einen edeln faſt nie nach der Seite des ſpitzen, ſondern gewöhnlich nach der Seite des ſtumpfen Winkels. Mehrere edle Gänge, die ſämmtlich in einem und eben demſelben Felde von einem tauben Gange durchſchnitten werden, pflegen entweder durchgehends im Liegenden oder durchge-

hends im Hangenden des tauben Ganges merklich edler zu ſeyn, als jenſeits deſſelben. Kryſtalliſation der Erden und Erze finden ſich ſeltener in den obern, weit häufiger in den tiefſten Gegenden der Gänge.

Man trifft in den Ganggebirgen eben ſo wenig, wie in den Granitgebirgen Verſteinerungen oder Abdrücke organiſcher Körper an; es ſey denn in Klüften oder Lagen, die auf dieſen Gebirgen ruhn, wohin ſie alsdann durch eine Ueberſchwemmung gerathen ſeyn müſſen.

Auf oder an den einfachen Thongebirgen ruhen die einfachen Kalkgebirge, deren Kalkſtein von zweierlei Art iſt.

Der körnige, oder der Urkalkſtein iſt gewöhnlich weiß, ſelten grau, roth oder anders gefärbt, faſt ſtets durchſcheinend, halb hart, und theils glänzend, theils ſchimmernd, von blättrigem Bruche.

Ob er gleich eine einfache Gebirgsart iſt; ſo befindet ſich doch zuweilen Glimmer, Quarz, Granaten, Hornblende, Talk, Asbeſt, Speckſtein, Tremolith, Strahlſtein, Serpentin, auch Kalkſpath und Thonſchiefer, ſo wie Schwefelkieſe, Kupferkieſe, Bleiglanz, Blende, und magnetiſcher Eiſenſtein unter ſeinen Gemengtheilen. Er kommt zwar meiſtens in mehr oder minder mächtigen Lagern im Gneiße, Glimmer und Thonſchiefer, auch ſogar in Granitgebirgen vor; doch bildet er auch in Steiermark, Kärnthen, Krain, Italien, in den Pyrenäen u. ſ. w. ganze Berge und ſelbſt lange Gebirgszüge zum Theil von 40 bis 50 Meilen Breite und 80 bis 100 Meilen Länge, in einer Höhe von einigen hundert Lachtern. Er ſcheint nicht allenthalben gleich alt: denn unſtreitig muß man jene großen von ihm gebildeten Bergketten ſo wie auch denjenigen für älter halten, der in, mit und ſogar unter andern Urgebirgsarten vorkommt, als denjenigen, der ſich durch ſein feines Korn ſchon dem dichten Kalkſtein nähert, mit dieſem zugleich und zuweilen in abwechſelnden Schichten vorkommt, und Verſteinerungen enthält.

Der im Ganzen jüngere dichte Kalkſtein unterſcheidet ſich von dem körnigen, theils durch ſeine graue, oft auch bunte Farbe, theils durch ſeinen nicht körnigen, ſondern dichten, meiſt ſplittrigen oder muſchligen, zuweilen auch ſchiefrigen Bruch, theils iſt er auch weniger hart und durchſcheinend, und endlich inwendig matt und ohne Glanz. Statt jener den Urgebirgen eigenthümlichen und kalkartigen Beſtandtheile, die dem Gemenge des Urkalks mehr oder minder häufig beigemiſcht ſind, findet man in ihm, außer andern beigemengten Theilen, viele und mannichfaltige Verſteinerungen, beſonders von Seethieren, wovon

er faſt niemals ganz frei iſt, zuweilen auch Abdrücke von Schilf und Farrenkräutern. Wenn dieſe Umſtände ſeine ſpätere Entſtehung außer Zweifel ſetzen; ſo ſieht man aus andern, daß das Zeitalter derſelben ſehr ungleich iſt. Denn er kommt an einigen Stellen unmittelbar auf Thonſchiefer und ſogar als deſſen Unterlager vor, an andern liegt er abwechſelnd mit dem körnigen Kalkſtein, der alſo ebenfalls zum Theil jünger ſeyn muß; anderswo liegt er unter, doch häufiger auf Sandſtein, welches ſeine gewöhnlichſte Unterlage iſt, und oft macht er ſogar die höchſte Lage der aufgeſchwemmten Gebirge aus. Bis jetzt fehlt es noch an genauer Beſtimmung der Merkmahle, woran man dieſe nach ihrem Alter unſtreitig ſehr verſchiedenen, wenn gleich in Bau und Beſtandtheilen ähnlichen, Arten des Kalks, nämlich den dichten zu den Gebirgen von zweiten Bildung gehörigen, und den jüngeren Flözkalk gehörig von einander unterſcheiden könnte. Wo er in ſehr hohen und ſchroffen Bergen und Gebirgszügen vorkommt, wie in den Schweizer-Alpen, in der ſchwäbiſchen Alp, in der Bergkette zwiſchen Kärnthen und Krain, in Oeſtreich, Baiern und Oberpfalz, oder wo man ihn an hohen Stellen z. B. auf den höchſten Kuppen des Harzes, findet, kann man ihn eben ſo gewiß zu den älteſten Gebirgsarten rechnen, als er in andern zu den jüngſten gehört. Beſonders dient auch die geringere oder größere Menge von Verſteinerungen und Schaalthiertrümmern dazu, den ältern Kalk von den jüngern zu unterſcheiden.

Der körnige Kalkſtein führt nur hier und da Metalle, beſonders Blei, und zwar in Krain und Steiermark auf Gängen, in Sachſen aber auf Lagern. Der dichte Kalkſtein führt häufiger Metalle, vorzüglich Kupfer, Blei und Eiſen, ſo daß ein beträchtlicher Bergbau darin getrieben wird.

Außer den Granitbergen, den einfachen Schiefer- und den einfachen Kalkgebirgen, giebt es noch eine vierte Art von Gebirgen, die man ebenfalls zu den älteren rechnen kann, die ſich theils als Steinlager an einzelnen Stellen über die Thon- und Kalkgebirge verbreiten, theils als auf den Granit aufſitzende Felſen von einer gleichartigen Maſſe, ihre zackigen, zerriſſenen Spitzen emporheben, und mancherlei Gattungen unter ſich begreifen.

Der Sienit iſt in Anſehung des körnigen Gewebes, ſo wie in den Gemengtheilen dem Granit ſehr ähnlich und unterſcheidet ſich nur dadurch von demſelben, daß er außer Feldſpath, Quarz und Glimmer, auch Hornblende enthält, und daß dieſe, meiſtens grünlich, ſchwarz oder auch lauchgrün, nebſt den Feldſpath den größten Theil ſeines Gemenges ausmacht; dagegen die beiden übrigen Beſtandtheile viel ſeltner ſind, zuweilen

auch wohl ihm gänzlich mangeln. Man findet ihn niemals unter, ſondern ſtets über Granit, Gneiß, Glimmerſchiefer und Porphyr gelagert; er iſt alſo jünger, als dieſe ſeine Unterlagen. Er geht von der einen Seite in Granit, von der andern in Gneißſtein, Gneiß, Hornblendeſchiefer und Thonſchiefer über, und iſt in einigen Gegenden metallreich. Er hat ſeinen Nahmen von Sienne in Ober-Egypten, von wo ihn die alten Römer zu ihren Bildhauer-Arbeiten und Gebäuden hohlten, und man findet noch häufig alte Kunſtwerke, Pyramiden, Obelisken und ander Denkmäler vorzüglich in Egypten, die aus ihm gebildet ſind; indeſſen iſt er auch in Europa ſo ſelten nicht, wie man ehemals glaubte. Er bildet einzelne Berge und ſelbſt kleine Gebirgszüge in Sachſen, im Thüringerwalde, wovon er einen großen Theil ausmacht, in der Bergſtraße, in der Oberpfalz, in Niederbaiern, Ungarn, Kornwallis, Seeland, Norwegen, Savoyen, Italien und in der Schweiz.

Der Porphyrfels beſteht aus einer Hauptmaſſe, von verhärtetem Thon, oder Hornſtein, die ſich zuweilen dem Jaspis nähern, oder von Pechſtein, oder Feldſpath oder auch Obſidian, in welchem Feldſpath, Quarz, Hornblende; zuweilen auch Glimmer, fleckweiſe eingemengt und zerſtreuet vorkommen. Der Feldſpath, gewöhnlich der vorwaltende Theil dieſes Ganges, iſt oft kryſtalliſirt: ſelten der gewöhnlich in größern und kleinern Körnern eingeſprengte Quarz, und die zuweilen ganz fehlenden, gewöhnlich in einzelnen kleinen Schüppchen oder Blättchen eingemengten Hornblende- und Glimmer-Theile. Er bildet theils einzelne oft kegelförmige Berge und Hügel, theils ganze Gebirgszüge, theils Bergkuppen, theils beſondere Lagen im Gneiß- und Glimmerſchiefer. Er enthält Gänge, in welchen Zinnſtein, Eiſenerze, Waſſerblei, Wismuth, Bleiglanz u. ſ. w. vorkommen, und wird zuweilen mit dem oben angeführten Grauſtein verwechſelt. Unſtreitig iſt er von ſehr verſchiedenem Alter; denn man findet in ihm ſelbſt zuweilen Porphyrkugeln von älterer Entſtehung: auch ſitzt er eben ſo wohl unmittelbar auf Granit als auf jüngern Gebirgsarten, und kommt auch in niedrigen Gegenden vor. Bisweilen iſt das Porphyrgebirge, ſo wie der bald anzuführende Baſalt, ſäulenförmig geſpalten. — Der Jaſpis, die Grundmaſſe des eigentlichen Porphyrs, deren gewöhnliche Beſtandtheile $\frac{1}{20}$ Eiſen, $\frac{4}{20}$ Thonerde, und $\frac{15}{20}$ Kieſelerde ſind, bricht in ganzen Lagen, und macht z. B. in den uraliſchen Gebirgen in Rußland ganze Reihen von Bergen in anſehnlichen Strecken aus. — Der Mandelſtein, ein eiſenſchüſſiger erhärteter Thon, der länglichrunde Nieren von andern Steinarten enthält, deren Verwitterung ihm zuweilen ein löcherichtes Anſehen giebt, findet ſich in weitgeſtreckten, ziemlich hohen Gebirgen, und enthält kein Erz. — Der Porphyrſchiefer

auch hornartiger Prophyr, oder Hornſchiefer genannt, iſt ein Felsſtein: der in Böhmen, in der Oberlauſitz, im Koburgiſchen, in Oberſchwaben und im Fuldiſchen einzelne hohe, ſpitzige, zerklüftete Berge giebt, weil er ſich theils in Platten oder Tafeln ſpaltet, theils durch mehr oder weniger ſenkrecht niederſetzenden Klüfte ſich ſäulenartig trennt. An einem Berge dieſer Art in der Oberlauſitz ragen an der Kuppe ſenkrecht Säulen von dieſem Geſtein heraus, und zugleich liegt eine Menge ſolcher Säulen waagerecht daneben. Das Geſtein iſt dunkelgrau, auf dem Bruche uneben, ſplitterig, etwas blätterícht, und von feinem, faſt undurchſichtigem Korn, enthält viele Kieſelerde mit Thonerde innigſt verbunden, iſt eiſenhaltig, und, in Sachſen wenigſtens, nicht erzführend. Man findet den Porphyrſchiefer auf Gneiß, Granit, Porphyr, Sandſtein u. ſ. w. und er iſt alſo wohl von verſchiedenem Alter. — Der Trapp der Schweden, oder die ſächſiſche und böhmiſche Wacke, der zur Hälfte aus Kieſelerde, außerzem aus etwas Thon- und Kalkerde mit vielem Eiſen, beſteht, macht große Maſſen, die durch waagerechte und ſenkrechte Sprünge in ungeheure Würfel zerſchnitten ſind, deren Abſätze oft treppenförmige Wände bilden. Er macht beträchtliche Gebirge, kommt aber auch oft in Gängen vor, ſelbſt unmittelbar auf Granit, aber auch auf jüngeren Gebirgsarten, iſt nicht erzführend, auch als Gangart taub, veredelt aber oft die Gänge, die er überkreuzet. Dieſe Gebirgsart ſitzt zuweilen unmittelbar auf Granit, aber auch auf Sandſtein, u. ſ. w. iſt alſo ebenfalls zu ſehr verſchiedenen Zeiten gebildet worden. — Der Grünſtein der Schweden (Grönſtein) aus Hornblende mit Glimmer und etwa noch andern eingemengten Steinarten nebſt Eiſen beſtehend, findet ſich in Schweden in hohen, rauhen, zerriſſenen Felſen, führt, ſo wie man weiß, kein Erz, wird aber beim Eiſenſchmelzen, wegen ſeines beträchtlichen Eiſengehaltes zugeſetzt und kommt auch in Böhmen als ein aufgeſetztes Gebirge vor. — Der Schneideſtein, (Speckſtein und Glimmer, mit oder ohne Feldſpath) eine ſehr feuerveſte Steinart, macht meiſtens ganze Gebirge oder beträchtliche Theile derſelben in Schweden, Norwegen, Tyrol Böhmen und Ungarn aus. — Der Serpentinfels (Serpentin, mit eingemengten Quarz oder Glimmer, Asbeſt, Granaten oder Kalkſpath) iſt oft in großen zuſammengeküttеten, zerſtückten Gebirgsmaſſen auf Gneiß oder auf glimmerigem Thonſchiefer aufgeſetzt, bildet auch mächtige Gebirgeslager, die oft an einer Seite an Kalkgebirge, auf der andern an Thonſchiefer gränzen. — Der Kieſelfels oder Hornfels (Hornſtein, mit eingemengtem Quarz, Thon oder andern Körpern) findet ſich ſowohl in ganzen Bergen, als in mächtigen Lagern auf urſprünglichen Gebirgen, oder zwiſchen Flözſchichten. Dieſes Ge-

ſtein iſt nicht nur in ganzen Bergen, ſondern auch als Gangart, an edeln Metallen ergiebig: es führt Gold, Silber, Queckſilber, und beinahe alle Metalle, veredelt auch andere Gänge beim Ueberkreuzen. — Der Quarz durchſchneidet die urſprünglichen Gebirge in Gängen, und liegt oft in mächtigen Lagern zwiſchen den übrigen, aus welchen er ſich in hohen, gezackten Felſen erhebt. Zu den Quarzfelſen kann man auch die Topasfelſen im ſächſiſchen Erzgebirge rechnen, ein Gemenge aus Quarz Topas, Stangenſchörl und Steinmark, welches ein ganzes Stück Gebirge ausmacht, das aber keine Metalle führt.

Beſonders merkwürdig iſt unter dieſer Klaſſe von Gebirgen der Baſalt wegen ſeiner regelmäßigen Säulenform. Zwar erſcheinen auch andere Steinarten, z. B. Porphyr, Porphyrſchiefer, Trapp, Granit, Thonſchiefer, ja ſogar Sandſtein, zuweilen in Säulen geſpalten; allein nur ſelten und auf eine unordentliche Art. Der Baſalt hingegen, der oft in einzelnen kegelförmigen Bergen auf Granit, auf Ganggebirgen, oder auf Kalkſtein, Mergel, Sandſtein, Thon, Schieferthon, Porphyrſchiefer, am gewöhnlichſten auf Wakte, unter welcher eine Thon- und dann eine Sand- Schicht folgt, oder auch auf Steinkohlen aufſitzt, oft auf den höchſten Gebirgspunkten z. B. des Rieſengebirges, in einzelnen Kuppen, zuweilen in zuſammenhängenden Zügen von Bergen und Hügeln, auch lagerweiſe, neſterweiſe, und in Gängen vorkommt, iſt ſtets entweder in regelmäßigen Säulen gebildet, oder beſteht, wenn er auch ohne Ordnung zuſammengehäuft iſt, doch aus einzelnen prismatiſchen Stücken: ſeltener findet man ihn in Tafeln von verſchiedener Dicke und Größe die zuweilen unter dem Säulenbaſalt liegen, und noch ſeltener in drei- vier- am ſelteſten in fünfſeitigen Pyramiden. Der Rieſendamm in Irland, am Meerufer in der Grafſchaft Antrim, beſteht aus etwa 30000 gegliederten Baſaltſäulen, die meiſtens 20 Zoll im Durchmeſſer, und 4 bis 40 Fuß Länge haben. Die Anzahl der Seiten an dieſen Säulen iſt von 3 bis 9; gewöhnlich 5 oder 6: die Seiten und die Winkel ſind an jeder Säule ungleich; doch ſchließen die benachbarten Säulen ſehr genau an einander, nur daß manchmal gegen eine kleine Seite keine Nebenſäule anliegt. Jede Säule beſteht aus 6 bis 13 Gliedern, die meiſtens 8 Zoll lang, und an dem einen Ende erhaben, am andern vertieft ſind, ſo daß ſie ſich ſehr genau in einander fügen. Die Fingelshöhle auf der kleinen Inſel Staffa, an der Weſtſeite von Schottland, iſt eine bewundernswürdige Grotte von gegliederten Baſaltfeilern: ſie iſt 371 Fuß lang, beim Eingang 117 Fuß hoch und 53 Fuß breit. Unweit dieſer Staffa befindet ſich auf der Inſel Mull Säulenbaſalt theils in waagerechter, theils in ſenkrechter theils in geneigter Lage: ein Felſen

beſteht aus aufrechten Baſaltſäulen, auf welchen ein Haufen in waagerechter Lage aufgethürmt iſt. Auf der Inſel Island giebt es eine große Menge von Baſaltſäulen, auch umgeworfene und gebogene. Auf dem Mont Dor in Auvergne, einem großen und hohen, ehemals vulkaniſchen Gebirge, findet ſich ſehr vieler Baſalt, theils in gegliederten und noch mehr in ungegliederten Säulen, theils in Kugeln oder vielſeitigen Maſſen, in pyramidenförmigen Stücken, oder in Tafeln. Die Säulen ſind von 1 bis zu 150 Fuß lang, von 1 Zoll bis zu 12 Fuß dick, und befinden ſich in allerlei Lagen, zum Theil zu großen, natürlichen Mauern geſchichtet. — Nicht weit davon, in Vivarais, ſind viele gegliederte Baſaltſäulen, ebenfalls in allerlei Lagen, zuweilen ſonderbar mit einander verflochten. — Auch findet man ihn in Italien, beſonders im Venetianiſchen, Vizentiniſchen, im Kirchenſtaate, in Neapel, Sicilien, in Schweden und Norwegen, ſo wie in Ober-Egypten, in Peru und Chili u. ſ. w. — In Deutſchland giebt es viele Baſaltberge, theils auf den Gränzgegenden von Sachſen, der Lauſitz, Böhmen und Schleſien, theils in dem Striche am Rhein, von Cölln bis Coblenz, durch das Naſſauiſche und Iſenburgiſche, in der Wetterau und in Heſſen. Unter den Baſaltbergen des ſächſiſchen Gränzgebirges iſt der bei Stolpen merkwürdig. Der Baſalt daſelbſt beſteht aus ungegliederten, meiſtens ſechsſeitigen Säulen, 25 bis 30 Fuß hoch, und 6 bis 12 Zoll dick, die ehemals noch höher geweſen ſind. Der Meißner, ein ſehr anſehnlicher, gegen 2000 Fuß hoher Berg in Heſſen, beſteht in dem obern Theile aus ungegliedertem Baſalt, enthält in einer Tiefe von 500 Fuß unter dem Gipfel ein Steinkohlenflötz, und iſt in dem untern Theile Sandſtein. Die Steinkohlen werden nach dem Liegenden hin zu Braun- und Holzkohlen, woran man die Spuren des Pflanzenbaues noch deutlich entdeckt. Die Baſalte auf den Färöer-Inſeln liegen auf und unter Steinkohlen.

Der Urſprung der Baſaltſäulen und die Urſache ihrer regelmäßigen Bildung gehören zu den berühmteſten Streitfragen in der neuen Naturbeſchreibung. Nach einigen ſollen ſie ihre regelmäßige Säulenform im Waſſer erhalten haben; nach Andern ſollen ſie ein Auswurf feierſpeiender Berge ſeyn, der ſich beim Abkühlen ſo regelmäßig gebildet hat; noch Andere haben dieſe beiden Erklärungsgründe auf allerlei Arten zu vereinigen geſucht: und da es noch jetzt einſichtsvolle Männer von dieſen verſchiedenen Parteien giebt, deren jeder ſeine Meinung für völlig ausgemacht hält; ſo muß man wohl noch neue Aufklärungen über den Baſalt und über die verſchiedenen Umſtände ſeines Vorkommens erwarten, ehe man ſich ausſchließlich für die eine oder die andere erklären, oder welches wahrſchein-

licher der Fall ſeyn dürfte, den Grad von Wahrheit, der in jeder beſondern Vorſtellungsart liegt, unwiderſprechlich beſtimmen kann.

Unſtreitig von ſpäterem Urſprunge, als die bisher betrachteten Gebirge, ſind die Flözgebirge, die ihren Nahmen daher bekommen haben, weil gemeiniglich mehrere Geſteinarten in Lagern oder Flözen darin abwechſeln, und alſo, wenn ſich nutzbare Schichten darunter befinden, nicht Gangbergbau, bei welchem man mehr oder weniger ſenkrecht in's Gebirge hinein arbeitet, ſondern Flözbergbau, wo man in ganz oder ziemlich waagerechter Richtung eine Gebirgsart zu Tage fördert, in denſelben getrieben wird. Die Flözgebirge ſind ohne Zweifel durch Niederſchlag aus dem Waſſer entſtanden, und ehemals der Boden des Meeres geweſen, welches in verſchiedenen Zeiten bald die eine, bald die andere Schicht darauf niedergelegt hat, welches neben andern Gründen unwiderſprechlich daraus erhellt, weil ſie eine große Menge von Muſcheln, Schnecken und andern Seegeſchöpfen, enthalten, und zwar häufig in Banken, eben ſo, wie ſie im Meere gewöhnlich liegen. Man darf bei den Flözgebirgen nicht jene hervorragende Bergkuppen, ſteilen Felſen, unregelmäßig zerklüfteten Maſſen und weit gedehnten Gebirgszüge ſuchen, welche die uranfänglichen Gebirge auszeichnen, gewöhnlich erheben ſie ſich nur ſanft und ziehen ſich in ſchwachen wellenförmigen Erhöhungen und Vertiefungen nur in kleinern Strecken fort: auch überſteigen ſie eine gewiſſe Höhe nicht leicht, und erreichen die erhabenen Gipfel der Urgebirge nie. Ob ſie gleich im Großen zuſammengeſetzter ſind, als die Urgebirge, indem ſie aus Schichten von ganz verſchiedenem Stoffen beſtehn; ſo ſind ſie doch im kleinen viel einfacher, und beſtehen nicht aus einem Gemenge von ungleichartigen Theilen, wie z. B. der Granit und der Gneiß. Man findet in den Flözgebirgen wohl zuweilen Beſtandtheile, die ſonſt auch in den Urgebirgen vorkommen, und die aus den Trümmern derſelben dahin gelangt ſind; aber niemals findet man umgekehrt die den Flözgebirgen eigenthümlichen Stoffe in dem Innern der Urgebirge. Alle dieſe Umſtände, ſo wie die Eigenſchaft der Flözgebirge, daß ſie ſtets auf dem Urgebirge ruhen, ſetzt ihre ſpätere Entſtehung ganz außer Zweifel.

Indeſſen gehen die Urgebirge ſo allmählig in die Flözgebirge über, daß es ſchwer hält, eine beſtimmte Gränzlinie zwiſchen beiden zu ziehn, und daß daher einerlei Gebirgsarten bald zu der einen, bald zu der andern Abtheilung gerechnet werden. So wird z. B. der dichte Kalk, der Trapp, Grainſtein, Mandelſtein, Porphyrſchiefer und Baſalt von Einigen zu den Flözgebirgen gezählt. Man kann daher dieſe Gebirgsarten, ſo wie den neuern

Thonſchiefer und den feinkörnigen Kalkſtein, der ſich dem dichten nähert, als Uebergangsgebirge anſehen, die zwiſchen den uranfänglichen und den Flöz-Gebirgen ein Mittelglied bilden.

Die Flözgebirge ſelbſt ſind nicht ſämtlich von gleichem Alter. Einige ſcheinen zu der Zeit gebildet zu ſeyn, als die Urgebirge ſelbſt noch wenig aus dem Meere hervorragten und dieſe kommen in höhern Punkten derſelben vor: andere hingegen entſtanden erſt zu der Zeit, da die Urgebirge bis auf ihre jetzigen Füße ſchon vom Waſſer befreiet, und mit ihnen die ältern Flözſchichten aufs Trockene gekommen waren; indem die weiten und tiefen Räume zwiſchen den Hauptgebirgen noch von dem Waſſer bedeckt blieben, und in denſelben eine neue Flözbildung begann, deren Erzeugniſſe ſich niemals auf den Flözſchichten der ältern Bildung befinden, noch die Gebirgsſpaltungen der Urgebirge in größerer Höhe ausfüllen, ſondern nur eine geringere Höhe erreichen. Die Beſtandtheile der ältern und jüngern Flözſchiefer ſind ſich indeſſen ſo ähnlich, daß es ſchwer hält, bei jedem einzelnen Bruchſtücke derſelben das Alter genau zu beſtimmen, ſo wenig man auch an Ort und Stelle ſelbſt, vorzüglich durch die Höhe, worauf ſich die Schiefer befinden, über ihre frühere oder ſpätere Entſtehung in Zweifel ſtehen mag. Durch fortgeſetzte genaue Beobachtungen wird man auch dieſe, wie noch ſo manche andere Lücke der Gebirgkunde auszufüllen im Stande ſeyn. So viel aber iſt gewiß, daß beide Bildungen der Flözſchiefer erſt zu der Zeit entſtanden ſind, wo die Gipfel der Urgebirge ſchon mit Wäldern bedeckt waren. Dies beweiſen theils ſchon die in den Flözgebirgen beider Arten vorkommenden Steinkohlen, die wahrſcheinlich aus Holz entſtanden ſind; theils noch unwiderſprechlicher das verſteinerte Holz und die mancherlei Abdrücke von Pflanzen, wovon beſonders Farrenkräuter und Schilf-Arten in dem Schieferthon der ältern Flözgebirge vorkommen. Beide gehören zu den Gewächſen, die ein noch neues, unlängſt aus dem Waſſer hervorgeſtiegenes Land in vorzüglicher Menge hervorbringen mußte; denn der Schilf bedarf nur Waſſer um zu gedeihen, und die Farrenkräuter wachſen am Felſen, die von aller Erde entblößt ſind.

Zu dem älteſten Flözſchiefer gehört unſtreitig der alte Sandſtein, der wahrſcheinlich aus den Felſentrümmern entſtanden iſt, die durch Zerſtückelung der Gebirge oder durch Verwitterung von ihnen abgeriſſen wurden, und der die Spaltungen und Vertiefungen in ihnen ausfüllte. Je nachdem die Steinarten, woraus er entſtand, verſchieden, und die Bewegungen des Waſſers, worin er ſich bildete, ſtärker oder ſchwächer waren, findet man ihn grob- oder feinkörnig, härter oder weicher, in höhern oder niedrigeren, meiſtens ſchieflie-

genden Schichten, auch wohl in ganzen unzertrennten Maſſen, in gewöhnlich nicht weit ſich erſtreckenden Lagern, weil er vorzüglich in enge Vertiefungen abgeſetzt ward, und ſtets auf hohen Gebirgspunkten.

Der letzte Umſtand vorzüglich unterſcheidet den alten Sandſtein von ein Paar jüngern Arten in den ſpätern Flözgebirgen, von welchen ihn auch außerdem ſein ſtärkerer Vorrath von verſteinerten Schaalthieren, ſo wie die größere Härte, Rauhigkeit und Unregelmäßigkeit ſeiner Schichten auszeichnen. Zu den merkwürdigſten Sandſteinſchichten der jüngern Flözgebirge gehört das ſogenannte rothe todte liegende, welches ſehr häufig die unterſte Lage ausmacht und aus faſt immer waagerecht gelegenen Schichten beſteht, wovon äußerſt grobkörnige mit ganz feinkörnigen, die oft bloßen Thonſchichten ähnlich werden, abwechſeln, deren keine aber dem alten Sandſtein an Härte gleich kommt. Man findet in den darin angelegten Mühlſteinbrüchen ganze Stämme von verſteinertem Holze. Auch hat die Oberfläche des rothen todten liegenden zuweilen einen Antheil an dem Metallgehalt des häufig unmittelbar darauf abgeſetzten harzigen Mergelſchiefers, in welchem Fall ſie Sand-Erz genannt wird.

Eben ſo häufig findet man höher hinauf in den ſpätern Flözgebirgen einen jüngern, weißlichgelben, lichtgrauen oder röthlichen Sandſtein, deſſen ungeheure Maſſe ganze Landſtriche erfüllt, und den man am gewöhnlichſten unter den Namen Sandſtein verſteht. Sein Korn bleibt ſich auf der ganzen bekannten Erde faſt gleich, aber nicht ſeine Veſtigkeit: ſeine Schichten ſind bald ſo mächtig, daß die größten Werkſtücke und Bildſäulen daraus gehauen werden können; bald laſſen ſie ſich in dünne Tafeln trennen, deren man ſich zum Dachdecken bedienen kann: man findet in ihm gar keine oder höchſt wenige Verſteinerung; nur äußerſt ſelten iſt ihm Kalſt beigemiſcht; überhaupt findet ſich nichts fremdartiges zwiſchen ſeinen Schichten, als zuweilen ein ſehr feiner Thon, der die Hauptſchichten von einander abſondert und das Herausbrechen großer, ebener Stücke erleichtert.

Die angegebene Entſtehungsart des Sandſteins macht es ſehr begreiflich, daß er durch viele ältere und neuere, allgemeine und beſondere Ueberſchwemmungen entſtanden ſeyn kann, und daß es daher faſt unmöglich iſt, anderswo als an dem Orte ſeines Vorkommens ſelbſt ein richtiges Urtheil über ſein Alter zu fällen.

Auch die Steinkohlen gehören zu den Erzeugniſſen, die eben ſo wohl bei der ältern als bei der jüngeren Flözbildung vorkommen. Am gewöhnlichſten liegen ſie, mit dem ſogleich zu erwähnenden Schieferthon oder auch mit Sandſtein, wobei ſich nicht ſelten auch

Schwefelkies befindet, in abwechſelnden Lagern, in Flözgebirgen nahe bei den Urgebirgen: doch lehnen ſie ſich theils auch unmittelbar an die letzten an und liegen zuweilen auf dem Granit ſelbſt auf, wie ſich z. B. in Frankreich die meiſten Kohlenlager an Ketten von Granitgebirgen finden, an denen ſie ſich der Länge nach hinziehn; theils liegen ſie mitten im Kalkſtein, oder auf andern Steinarten, und theils finden ſie ſich ſogar in den viel jüngern aufgeſchwemmten Gebirgen. Eben ſo ungleich iſt die Höhe, wo man ſie antrifft.

Bei Sanct Fe de Bogota in Südamerika nordoſtwärts von Quito in Terrafirma liegen ſie 13200 Fuß hoch über der Meeresfläche, und in den Kohlengruben in Cumberland 4800 Fuß tief unter derſelben, obgleich noch lange nicht ihre ganze Tiefe erſchöpft iſt. Gewöhnlich liegen mehrere, zuweilen über 60 Steinkohlenſchichten, jede durch irgend einen fremdartigen Stoff von den folgenden geſondert, über einander: dieſe Schichten ſind zuweilen nur einige Linien, zuweilen 40 bis 50 Fuß tief: doch erhalten ſich die dünnen eben ſo wohl wie die dickeren oft mehrere Meilen breit. Unerwieſen iſt es indeſſen bis jetzt, daß die großen Steinkohlengebirge in den Niederlanden und Lüttich von der einen Seite mit den Kohlengruben in England, und von der andern mit denen in Böhmen und Ungarn zuſammenhängen.

Der Schieferthon, der ein faſt untrügliches Kennzeichen vom Daſeyn der Steinkohlen iſt, und mit ihnen häufig in abwechſelnden Schichten vorkommt, iſt daher ohne Zweifel mit jenen von gleichem Alter. Er unterſcheidet ſich von dem Thonſchiefer der urſprünglichen Gebirge, der indeſſen zuweilen in ihn allmählig übergeht, und dadurch ſein höheres Alter über den Flözſchichten beweiſet, vorzüglich durch die große Menge von zum Theil ſehr reinen und ſchönen Abdrücken von Schilfen, Farrenkräuter, Schachtelhalm und Schafgarbe, woran es ihm faſt niemals fehlt. Mit dem Schieferthon iſt der Brandſchiefer nahe verwandt, in welchen jener auch nicht ſelten übergeht, und welcher bloß ein von erdharzigen Theilen durchdrungener Schieferthon zu ſeyn ſcheint.

Noch kann man zu den Flözgebirgsarten der ältern Bildung den rauhen Kalk eine eigne Art Kalkſtein von gelblichen, bisweilen auch rauch, grauer Farbe rechnen, der von groben Korn, beträchtlicher Härte, und ohne Spur von Verſteinerungen, in einzelnen unförmlichen Klumpen und Felſen auf hohen Gebirgspunkten vorkommt, ohne eine flözartige Abtheilung in Schichten wahrnehmen zu laſſen, und der wegen ſeines ſcharfen, rauhen Korns auch wohl ſandig genannt wird. Man muß ihn nicht mit einigen andern in den jüngern Flözgebirgen gewöhnlichen Kalkſtein-Arten verwechſeln: zu dieſen gehört z. B. der

Zachſtein, eine grobſchiefrige, aſchgraue, dichte Kalkſtein-Art mit Verſteinerungen von Seethieren, die über dem erdharzigen Mergelſchiefer liegt, ſo wie der Stinkſtein ein luftſaurer mit erdharzigen Theilen gemiſchter dichter Kalkſtein, der ſich bald ſchieferartig in ebene etwa eine Linie dicke Täfelchen, ſpaltet, bald in dicken Platten bricht und keine Verſteinerungen enthält, auch die Rauchwacke, ein löcheriger grauer Kalkſtein, und der in ſehr mächtigen Schichten vorkommende Flözkalk, der gewöhnlich die oberſte Lage der jüngern Flözgebirge ausmacht, und deſſen einzelne über einander liegende Schichten faſt alle an Dichtigkeit, Farbe, Bruch, und der Menge von Verſteinerungen einander ungleich ſind.

Außer den bisher ſchon gelegentlich angeführten Schichten der jüngern Flözgebirge giebt es noch einige andere, die ihnen ganz eigenthümlich ſind. Dahin gehört vorzüglich der erdharzige Mergelſchiefer oder Kupferſchiefer ein feiner Niederſchlag aus Kalk, Thon, Erdharz und Metalltheilen von etwa zwei Fuß Dicke, der in einem großen Theile von Deutſchland (Heſſen, Mansfeld, Thüringen u. ſ. w.) über das rothe todt liegende ungemein gleich verbreitet, und wegen der in ihm enthaltenen Metalltheilen der Hauptgegenſtand des Flözbergbaues iſt, an der Luft ſich zerblättert und in eine den Gewächſen ſehr nachtheilige ſchwarze Erde zerfällt. Er zeichnet ſich durch die häufig in ihm vorkommenden Seepflanzenverſteinerungen, und durch häufige Abdrücke von Fiſchen, beſonders Karpfen, Forellen, Hechte, Erlitzen u. dgl. aus, die in ihm, was beſonders merkwürdig iſt, nicht unter einander unordentlich vermengt, ſondern geſchlechterweiſe, gleichſam in natürlichen Haushaltungen zuſammengeordnet, faſt immer in einer gekrümmten Lage vorkommen: man hat auch Abdrücke von Knochen darin entdeckt, die wahrſcheinlich irgend einem Säugethiere angehören.

Außer dem erdharzigen Mergelſchiefer muß man auch den, freilich auch nicht immer gleich alten, Gyps, den Thon, den Eiſenthon, Flözeiſenſtein u. ſ. w. zu den Gebirgsarten der jüngern Flözgebirge nehmen. Bei einigen andern Flözſchichten z. B. Kreide und Steinſalz müſſen noch erſt mehrere Beobachtungen geſammelt werden, ehe man ihr Alter, welches beim Steinſalz wahrſcheinlich nicht allenthalben gleich iſt, mit Genauigkeit beſtimmen kann.

Zuweilen ſind die Flözgebirge von den älteren Gebirgen, auch von feuerſpeienden Bergen durchbrochen. In ihnen ſelbſt finden ſich oft Spaltungen, die zuweilen den Gängen der Ganggebirge ſehr ähnlich ſind, die abwechſelndern Stein- und Erdlager queer durch-

ſchneiden, und nicht ſelten ſtark verrücken. Man nennt ſie daher auch Wechſel oder Rücken. In denen Gegenden, wo ſich Kupferſchiefer finden, ſind dieſe Rücken zuweilen mit Bley, Kupfer- und Farbenkobalterzen ausgefüllt. Die Steinſchichten behalten ihre Lage gegen einander; aber die zwiſchen zwei Rücken enthaltenen, ſind insgeſammt etwas höher oder niedriger, als die jenen Rücken zunächſt gelegenen. Dies deutet zugleich auf die Entſtehungsart der Rücken hin. Denn wenn an einigen Stellen der untere Boden des Gebirges ſank, ſo mußten alle Stücken über denſelben nachfolgen, indem ſich die benachbarten erhielten. Die Spalten mußten unter dieſen Umſtänden theils ſenkrecht werden, theils nach der verſchiedenen Richtung der wirkenden Urſache andere Lagen annehmen, und wurden hernach zuweilen mit andern Theilen und mit Erzarten ausgefüllt. An einigen Orten müſſen Stellen der Flözgebirge durch ſolche Verrückungen um mehrere hundert Klafter in die Höhe gehoben ſeyn.

Noch giebt es eine Gattung von Bergen, die von dieſen abwechſelnden Erd- und Steinlagern merklich unterſchieden iſt; aber unſtreitig, eben ſo wie die Flözgebirge, zu den jüngern Gebirgsarten gehört. Dieſes ſind die aufgeſchwemmten, oder wie ſie auch ſonſt wohl genannt werden, wenn ſie aus zuſammengetriebenen gröbern und kleineren Geſchieben in den Thälern und Gründen der Urgebirge beſtehn, aus welchem noch Erztheile ausgeworfen oder ausgeſeifet werden können, die Seifengebirge. Sie enthalten ſehr wenig Spuren von Meerkörpern und gar keine Bänke von Seethieren, wie ſie ſich in den Kalkſchichten der Flözgebirge, bei einem ruhigen Meere, in mehreren Jahrhunderten vielleicht, aufgehäuft haben. Dagegen findet man in ihm mit Kalk überzogene Fluß- und Garten-Schaalen, und von Erdharz durchdrungene Gewächſe, ſehr häufig ganze Palmenſtämme und andere Südpflanzen, ſogar Knochengerippe von Landthieren, die in den Kalkſchichten der Flözgebirge ſehr ſelten ſind. Sie ſind niemals beträchtlich hoch, ſondern füllen nur ehemalige Vertiefungen der Oeffnungen der älteren Gebirge aus: die in ihnen enthaltenen Gebirgsarten, meiſtens vom Waſſer losgeriſſene und hernach wieder abgeſetzte Trümmer der ältern Gebirge z. B. Laimen, Sand, Töpferthon, haben ſämtlich keine beträchrliche Härte, außer dem in großen, zuweilen gegen tauſend Centner ſchweren Klumpen darin vorkommenden dichten Tuffſtein, der aus den in Flüſſen und Quellen ſehr häufigen feinen Kalktheilchen ſich in ganzen Maſſen niedergeſchlagen, oder andere Geſchiebe zuſammengeküttet, oder manche Körper mit einer feſten Rinde überzogen hat. Zu den Gebirgen dieſer Art gehören die Anhöhen neben der Weſtſeite des uraliſchen Gebirges bis in

die Gegend von Moskau. In ſolchem ſandigen und oft lehmichten Bodenſatze, welcher dieſe Gattung von Bergen und die Ebenen, worein ſie ſich verlieren, ausmacht, findet man noch jetzt in Deutſchland, in Frankreich, in Amerika, und beſonders im rußiſchen Reiche ſehr häufig Knochen vom Elephanten, vom Rhinoceros und ungeheuern Büffeln, nebſt den ſogenannten Mammuts= oder Mammontsknochen, obgleich das Vaterland aller dieſer Thiere weit ſüdlicher liegt: in Sibirien, wo man an den Ufern faſt aller Flüſſe dergleichen Ueberbleibſel von fremden Thieren antrifft, macht ſogar das ausgegrabene, und ſehr wohl erhaltene Elfenbein eine Handelswaare aus. Die Erſcheinung, daß ſich dieſe Ueberbleibſel nirgends häufiger finden, als da, wo die große Bergkette, welche Sibirien ſüdlich begränzt, niedrige Stellen und beträchtliche Oeffnungen hat, führt natürlich auf die Vermuthung, daß dieſe fremden Thiere durch eine große Fluth dahin gebracht ſind, zumal, da die Schichten, worin ſie liegen, zugleich allerlei Ueberbleibſel von Schaalthieren erhalten. Man hat ſogar in einer der nördlichſten Gegenden von Sibirien ein Rhinocerosgerippe mit der ganzen Haut bekleidet, und mit Ueberbleibſeln von Sehnen, Bändern und Knorpeln angetroffen, und dieß ſoll, nach den Berichten der Zobeljäger, nicht das einzige ſeiner Art ſeyn. Freilich muß die Fluth ſehr heftig und reißend geweſen ſeyn, welche dieſe Thiere ſo weit von ihrer Heimath forttrug, ehe noch die Fäulniß die weicheren Theile des Körpers angreifen konnte; indeſſen kann ſie doch, nach den gewöhnlichen Geſchwindigkeiten ſtarker Fluthen zu ſchließen, den Weg von Indien bis Sibirien in etwa ſechs Tagen zurückgelegt haben.

Die bisher angeführte regelmäßige Ordnung in der Aufeinanderfolge der Gebirgsarten findet nicht ohne alle Ausnahme Statt. Oft z. B. iſt eine der älteren Gebirgsarten von der nachfolgenden jüngern ganz überdeckt, ſo daß ſie keine eigene Bergkette ausmacht: oft ſind die ältern Gebirgsarten durch die jüngern weit landeinwärts gleichſam hindurch gebrochen: oft ſind ungeheure Maſſen von jenen z. B. von den höchſten Granitgebirgen, abgeriſſen, und durch ſpätere gewaltſame Erdveränderungen auf jüngere Gebirge vereinzelt hingeworfen: zuweilen endlich liegt der Kalkſtein nicht an dem Thonſchiefer, ſondern unmittelbar auf Granit.

Noch machen die vulkaniſchen oder feuerſpeienden Berge eine freilich ſehr merkwürdige Gebirgsart aus. Da es aber höchſt wahrſcheinlich iſt, daß ihre Berggeſtalten nicht vor ihren Feuerauswürfen da geweſen, ſondern erſt durch dieſelben entſtanden ſind; ſo verſparen wir die Betrachtung derſelben bis zu dem Abſchnitte von den Veränderungen der Erde.

Um die Höhen der Berge zu beſtimmen, muß man entweder wirkliche Meſſungen vornehmen, oder ſich des Barometers bedienen. Dieſes Werkzeug zeigt nämlich jedesmal an, mit welchem Gewicht die über ihm ſtehende Luftmaſſe auf die in der langen Röhre deſſelben befindliche Queckſilberſäule drückt: da ſich nun die Maſſe der obern Luft ſelbſt immer verringert, je höher man ſteigt, und da außerdem die Dichtigkeit der obern Luft immer mehr abnimmt, weil ſie nur durch einen geringeren Druck von oben zuſammengedrängt wird; ſo muß die Luft auf den Bergen deſto weniger auf das Queckſilber drükken, je höher man ſteht. Hieraus hat man ſehr künſtlich und ſcharfſinnig die Methode hergeleitet, aus dem Stande des Barometers auf einem Berge die Höhe deſſelben zu beſtimmen, wobei aber viele Behutſamkeitsregeln und große Genauigkeit zu beobachten ſind. Es folgen hier die Höhen einiger Berge über der Meeresfläche, ſo wie man ſie theils durch Meſſungen, theils durch barometriſche Beobachtungen gefunden hat.

Amerikaniſche Gebirge.

Chimboraſſo — — —	3220	Toiſen über der Meeresfläche (etwa $\frac{11}{13}$ einer deutſchen Meile.)
Cajambe-orcon — —	3030	— — — —
Antiſona — — —	3020	— — — —
Cotopaxi — — —	2950	— — — —
Coraſſon, die größte von Menſchen erſtiegene Höhe	2470	— — — —
Pitchincha — — —	2430	— — — —
Die Stadt Quito — —	1462	— — — —

Afrikaniſche.

Pic auf Teneriffa — —	1904 bis 2405	— —
Tafelberg am Vorgebirge der guten Hoffnung —	697	— — — —

Südindien.

Egmontsberg im nördlichen Neuſeeland — — —	2395	— — — —

Europäiſche.

Mont-Blanc — —	2426	— — — —

Aiguille d'Argentiere —	2094	—	—	—	—	(etwa über $\frac{1}{2}$ einer deutſchen Meile.)
Corne du Midi — —	1945	—	—	—	—	
St. Gotthard — —	1650	—	—	—	—	
Aetna — — — —	1771	—	—	—	—	(etwa über $\frac{1}{3}$ einer deutſchen Meile.)
Gletſcher Buet — —	1579	—	—	—	—	
Canigou in Rouſſillon —	1427	—	—	—	—	
Spitze beim Kloſter auf den St. Bernhard — —	1274	—	—	—	—	
Das Kloſter ſelbſt —	1241	—	—	—	—	
Mont d'or in Auvergne	1048	—	—	—	—	
Furka — — — —	973	—	—	—	—	
Mole bei Genf — —	940	—	—	—	—	
Puy de Dome in Auvergne	817	—	—	—	—	
Brocken — — — —	546	—	—	—	—	
Thal Chamouny — —	524	—	—	—	—	
Gipfel des Mont Cenis	434	—	—	—	—	
Genf — — — — —	188	—	—	—	—	
Paris, Saal der Sternwarte	56	—	—	—	—	

Die Luft iſt auf Bergen weit kälter, als an der Erdfläche, wo die unterſte Luftſchicht, ſo wohl wegen ihrer größern Dichte, als wegen der Nähe des Erdbodens, der die Sonnenſtrahlen zurückwirft, ſtärker erwärmt wird. Daher ſind die Gipfel der höchſten Berge, ſelbſt unter den wärmſten Himmelsſtrichen, mit beſtändigem Schnee und Eis bedeckt, welches letzte daſelbſt eine blaugrüne Farbe annimmt. Die zwiſchen den Spitzen der Berge befindlichen Thäler und Schluchten, in welchen faſt immerwährender Schatten herrſcht, ſammeln und unterhalten ungeheure Maſſen von Schnee und Eis, und vermehren dadurch noch die Kälte der darüber liegenden Luft. Doch liegt die beſtändige Schneegränze, über welcher der Schnee auch den Sommer hindurch ungeſchmolzen liegen bleibt, in heißen Himmelsſtrichen höher, und nähert ſich der Erdfläche immer mehr, je näher man den Angelpunkten kommt. In Peru geht ſie bis auf eine Höhe von 2434, in den Alpen bis auf 1500 Toiſen: gegen die Angelpunkte ſenkt ſie ſich bis nahe an die Meeresfläche herab. Der Pflanzenwuchs reicht von dem Fuße der Berge bis nahe an die beſtändige Schneegränze, in Peru z. B. hört er mit der Höhe von 2300 Toiſen auf; auf Grönland und Spitzbergen findet man ſchon auf ebenen Boden Alpengewächſe. Bäu-

me und Pflanzen werden in größeren Höhen immer unanſehnlicher und niedriger; in gewiſſen Höhen wachſen nur noch Fichten, Tannen und anderes harziges Holz, nebſt den ſogenannten Alpengewächſen: die höchſten Spitzen bekleiden ſich nur hin und wieder auf den Flächen mit niedrigem Raſen, und in den Ritzen und Klüften mit Moos. Indeſſen ſcheint es, als ob der Pflanzenwuchs im Ganzen auf den Bergen von Zeit zu Zeit zunehme, ſo daß ſie ſich wegen der dadurch erhaltenen ſtärkeren Bepeſtigung ihrer Abhänge, immer mehr einem bleibenden unveränderlichen Zuſtande nähern.

Da die Luft mit der zunehmenden Höhe immer dünner wird; ſo drückt ſie alsdann auch mit einem geringeren Gewicht auf die Gefäße des menſchlichen Körpers, und daher vorzüglich entſpringt wohl die größere Leichtigkeit und Munterkeit, welche man auf Gebirgen von mittlerer Höhe empfindet, und das Entzücken der Bergbeobachter über die heitere und reine Bergluft, welche dem Körper gleichſam neues Leben einflößt, und in Verbindung mit der Heiterkeit des Himmels, deſſen Sterne daſelbſt auch, wegen eben dieſer Dunſtloſigkeit und größeren Dünne der Luft, in einem ungleich helleren Glanze prangen, der Herrlichkeit der Ausſichten, der Größe der umgebenden Gegenſtände, und der tiefen Stille dieſes Schauplatzes, die Seele mit einem unbeſchreiblichen Gefühle von Ruhe und Freude erfüllt. Wahrſcheinlich ſind dieſe eigenthümlichen Vorzüge der Berge eine Haupturſache von dem bis zur Krankheit ſteigenden Heimweh, womit Schweizer außer ihrem Vaterlande zuweilen befallen werden. Indeſſen nehmen dieſe Annehmlichkeiten nicht immer mehr zu, je höher man ſteigt; ſondern wechſeln in einer ſehr beträchtlichen Höhe mit großen Unbequemlichkeiten. So bald man eine Höhe von 13, oder je nachdem man die Bergluft mehr gewohnt iſt, von 1900 Toiſen über das Meer erreicht; ſo fühlt man eine ſchnelle Erſchöpfung der Muskelkräfte, welche ſo groß iſt, daß man, auch bei der augenſcheinlichſten Gefahr, keinen Schritt weiter zu thun vermag, und bei jedem Verſuche zu einer neuen Anſtrengung von einem ſo heftigen Herzklopfen überfallen wird, daß man eine Ohnmacht beſorgen muß. Gewiß rührt dieſe Mattigkeit nicht bloß von einer Ermüdung beim Steigen her; denn durch ein bloßes Stillſtehen von drei bis vier Minuten werden die Kräfte ſo vollkommen wieder erſetzt, daß man in einem Athem den Gipfel erſteigen zu können glaubt. Auch hört dieſe Mattigkeit ſogleich auf, ſo bald man wieder eine niedrigere Gegend erreicht; da doch das fortgeſetzte Gehn und das ſchwierige Hinabſteigen die Ermüdung vielmehr ſehr erhöhen müßte. Eine zweite auszeichnende Wirkung dieſer dünnen Luft iſt eine ungewöhnliche Schläfrigkeit. So bald man in großen Höhen nur einige

Augenblicke ruht; ſo ſieht man bald Alle, die ſich nicht beſchäftigen, einſchlafen, ſo wenig auch Wind, Kälte, Sonne, und ſelbſt unbequeme Stellungen, den Schlaf begünſtigen. Selbſt die Führer, welche die Bergluft ſo gewohnt ſind, und am Fuße der Berge ſtundenlang ſteigen können, müſſen in einer Höhe von 14 bis 1500 Toiſen nach jeden 100 oder 200 Schritten wieder Athem ſchöpfen, ſchlafen hier ein, ſobald ſie einige Augenblicke in Ruhe blieben, und hatten in einer Höhe von 1995 Toiſen über dem Meere kaum 5 bis Schaufeln Schnee auf die Seite geworfen, als ſie, troß ihrer Stärke und Abhärtung, durchaus genöthigt waren, mit ihrer Anſtrengung inne zuhalten. Manche Perſonen leiden von dieſer dünnen Bergluft noch weit mehr. Es giebt Leute, die ſonſt ſehr ſtark ſind, und doch in gewiſſen Höhen allezeit von Ekel, Erbrechen, ja ſelbſt von Ohnmachten befallen werden, auf welche ein todtenähnlicher Schlaf folgt. Auch iſt dieſes Uebelbefinden bei Allen mit einem brennenden Durſte verbunden.

Da alle dieſe Zufälle augenblicklich aufhören, ſo bald man wieder eine niedrigere Gegend erreicht; ſo iſt es offenbar, daß ſie bloß von den Eigenthümlichkeiten der Bergluft herrühren müſſen. Am meiſten wirkt wohl die große Dünne derſelben. Der gewöhnliche Druck des Luftkreiſes preßt mit einer gewiſſen Kraft die Gefäße, verſtärkt dadurch die Schnelligkeit der Pulsadern, verdichtet die Wände der Gefäße, widerſteht der Ausdünſtung der feineren Säfte, und unterſtützt aus allen dieſen Urſachen die Muskelkraft. Wird nun dieſer Druck in einer Höhe von 1250 Toiſen um $\frac{1}{4}$ vermindert; ſo werden dieſe Wirkungen der Luft weit ſchwächer, die Gefäße drücken weniger auf die Flüſſigkeiten und leiſten weniger Widerſtand gegen die Beſchleunigung, welche die Bewegung der Muskeln beim Gehen in der ganzen Maſſe der flüſſigen Theile hervorzubringen ſtrebt. Die Bewegung des Steigens muß daher den Umlauf in ſolcher Höhe weit mehr, als in der Tiefe, beſchleunigen, und dieß iſt wahrſcheinlich die Urſache des Herzklopfens und des weit ſchnelleren Pulsſchlages, der beinahe zweifach ſo geſchwinde in einer Höhe von 2400 als von 524 Toiſen geht, indem Leute, deren Puls hier in einer Minute 49, 60, und 72 mal ſchlug, dort in eben dieſer Zeit 98, 100 112 Pulsſchläge zählten. Weil aber die Gefäße ſo ſchwach auf das Blut wirken; ſo hört auch die Beſchleunigung ſogleich auf, ſo bald die Bewegung unterbrochen wird, anſtatt daß ſie ſonſt, bei einer größeren Schnellkraft der Gefäße, noch eine Zeitlang dadurch unterhalten werden würde. Wahrſcheinlich iſt dieſe Erſchlaffung der Gefäße, beſonders derer im Gehirn, auch die Urſache der unwiderſtehlichen Schläfrigkeit.

Außer dieſer größeren Dünne hat auch die hohe Bergluft weniger Lebensluft bei ſich, als die Luft in niedrigeren Gegenden. Bekanntlich beſteht unſer Luftkreis aus einem Gemiſch von zwei verſchiedenen Luftarten, deren eine, die Lebensluft, allein zur Unterhaltung des thieriſchen Lebens tauglich iſt, da hingegen die andere, die Stickluft, nur als Gefährtinn, und gleichſam als Milderungsmittel für die Schärfe der erſten, eingeathmet werden kann; indem ſie, für ſich allein eingeathmet, erſtickend iſt. Nun iſt aber ſo wohl dieſe Stickluft, als eine andre ſehr ſchädliche Luftart, die brennbare Luft, merklich leichter, als die Lebensluft, und beide müſſen alſo, ſo bald ſie frei werden, wegen ihres geringen eigenthümlichen Gewichts, in die Höhe ſteigen, da die reine Lebensluft hingegen durch ihre größere Schwere in den niedrigen Gegenden zurückgehalten wird. Daher erklärt ſich die Erſcheinung, daß man wirklich in der Luft auf hohen Bergen einen verhältnißmäßig geringeren Antheil von Lebensluft gefunden hat, und daß man daher ſchneller und ſtärker daſelbſt athmen muß, um den nöthigen Bedarf von Lebensluft einzuſaugen. Die Unterſuchungen über die Eigenthümlichkeiten der höheren Luft bieten dem Naturforſcher noch ein weites Feld dar, wo ſich vielleicht noch manche wichtige und auffallende Erſcheinung zeigen wird. Dies erhellt aufs neue aus der Beobachtung, daß man die aus einer anſehnlichen Höhe über Paris mit einem Luftball herabgehohlte Luft von der damals unten in der Stadt befindlichen bei einer ſorgfältigen chemiſchen Prüfung nicht merklich verſchieden gefunden hat.

Endlich hat die Bergluft eine ganz ausnehmende Trockenheit an ſich. Herr von Sauſſure fand, daß die Luft auf dem Montblanc ſechsmal weniger Feuchtigkeit enthalte, als die zu Genf, und daß ein Grad Aenderung in der Wärme daſelbſt mehr als dreimal ſo ſtark auf die Ausdünſtung wirke, als ein Grad Aenderung in der Trockniß, da in den Ebenen hingegen der Einfluß der Trockenheit bei weitem das Uebergewicht hat. Hieraus erklärt ſich die Erfahrung, daß die Bergluft die Haut röthet und angreift. Da die Wärme hier dreimal mehr austrocknende Kraft, als in den Ebenen beſitzt; ſo muß ſchon die innere Wärme des Körpers die Haut zu einer außerordentlichen Trockenheit bringen. Die Sonnenſtrahlen üben nun auf die ausgetrocknete Haut eine weit größere Wirkung aus, erregen auf derſelben Brennen, Hitze, Aufſpringen u. ſ. w. Eben dieſes Austrocknen verurſacht auch den heftigen Durſt, und vermehrt die unmerkliche Ausdünſtung in einem ſehr hohen Grade, wodurch zum Theil die Ermattung auf den Bergen entſteht; dagegen Perſonen, welche ſchwer ausdünſten, ſich in hohen Gegenden beſſer befinden.

Die Berge ſind für den Menſchen von ſehr mannichfaltigem und beträchtlichem Nutzen. Ohne den großen, ewigen Vorrath von Schnee und Eis, welchen die Berge enthalten, würden oft alle Quellen im heißen Sommer vertrocknen; da jetzt hingegen der Schnee in immer größeren Höhen ſchmilzt, je mehr die Sonnenhitze zunimmt, ſo daß dieſes Schneewaſſer, noch in der Mitte des Sommers den Stand der Flüſſe erhöht, und ihnen den Abgang der ſtärkeren Ausdünſtung hinlänglich erſetzt: auch werden die Berge dadurch, daß ſie die Wolken an ſich ziehn, Sammelplätze des Waſſers. Außerdem verdanken wir es bloß den Bergen, daß wir fließendes Waſſer haben, weil alles Gewäſſer auf einer vollkommenen Ebene ohne Ablauf ſtillſtehen und das ſüße bald faulen würde. Ferner ſind die Berge die Geburtsſtätte der nützlichſten Mineralien: ihnen verdanken wir Steinkohlen, Steinſalz, alle Metalle, ja ſelbſt Salzquellen, warme Bäder und Geſundbrunnen. Die Verſchiedenheit der Wärme und Kälte auf den verſchiedenen Höhen eines Gebirges macht es allein möglich, daß eine ſehr große Mannichfaltigkeit von Pflanzen daſelbſt gedeihen kann, und die Trockenheit der Bergluft macht viele derſelben gewürzreicher und kräftiger, dagegen die Wieſenländer, z. B. Holland, in Vergleich mit Italien, bei aller anſcheinenden Fruchtbarkeit, eine weit geringere Anzahl von Pflanzen ernähren, die meiſtens weit wäſſeriger ſind. Auch ſcheinen Berge die eigentliche Heimath der Wälder, die nur von hier aus in die Ebene gleichſam hinabſteigen, und in ebnen Ländern faſt gar nicht anzutreffen ſind. Durch ihre Höhe ſchützen ſie die hinter ihnen gelegenen Ebenen vor ſcharfen Winden: durch ihren mit Schnee bedeckten Rücken mäßigen ſie die Hitze in dieſen Gegenden: durch ihre Veſtigkeit dienen ſie zu natürlichen Dämmen gegen die Fluthen des Meeres. Die größere Regſamkeit und Thätigkeit, welche ſie durch ihre dünnere und káltere Luft, ſo wie die Sicherheit, welche ſie durch ihre Unzugänglichkeit ihren Bewohnern verſchaffen, hat ſie von jeher zu Freiſtätten gegen die Eroberungsſucht der Tyrannen gemacht: und wenn ſie nicht ſanft in den Ebenen verfließen, wie in Europa, ſondern unmittelbar an eine warme, fruchtbare und milde Niedrigung gränzen, wie in den meiſten Gegenden Aſiens; ſo haben ihre Bewohner ſehr häufig die verweichlichten Kinder derſelben beſiegt, und den entarteten an Körper und Geiſt geſchwächten Stamm durch friſches Blut und neue Kraft veredelt. In der alten und mittlern Geſchichte zeigen ſich die Bergvölker ſtets als die Urheber der wichtigſten Weltveränderungen.

2. Die Erdrinde und die Höhlen.

Das Innere der Erde iſt uns faſt noch gänzlich unbekannt; denn wir ſind bei weitem noch nicht um den ſechstauſendſten Theil ihres Halbmeſſers in ſie hineingedrungen. Die Erdrinde iſt bis zu einer groſſen Tiefe, wo ſie nicht durch die urſprünglichen Granitgebirge unterbrochen wird, aus Schichten von verſchiedener Materie, Tiefe, Größe, Geſtalt und Lage zuſammengeſetzt, von welchen die ſchwereren oft über den leichteren ruhen. Dieſe Erdlagen ſcheinen eben ſo entſtanden zu ſeyn, als wenn man Waſſer zu verſchiedenen Zeiten mit fremden Materien vermiſcht, und es jedesmahl ſich zur Ruhe ſetzen läßt, und man kann ſie als die Fortſetzungen der Flözſchichten und der aufgeſchwemmten Gebirge anſehen, die entweder daher, weil ſie ſich an die niedrigſten Stellen der Urgebirge anſetzten, eine ſo niedrige Lage haben, oder auch nach der Bildung der Berge durch ſpätere Urſachen, beſonders durch Wegſchwemmen des Waſſers ſo weit erniedrigt ſind. Man hat in Hügeln auf beiden Seiten eines breiten Thales in einerlei Höhe, daſſelbe Marmorbett gefunden, welches alſo vor der Bildung dieſes Thales ohne Zweifel zuſammenhing: überhaupt haben die jetzt hervorragenden Spitzen der jüngern Flözgebirge vielleicht, wie man aus ihrer faſt völlig gleichen Höhe zwiſchen den ſie einſchließenden Urgebirgen folgern könnte, urſprünglich in einer Ebene gelegen; aber durch Erdfälle, Strömungen u. ſ. w. iſt eine große Menge ihrer Theile fortgeriſſen oder geſunken, ſo daß jetzt nur ihre tiefern Stellen an vielen Orten das flache Land bilden.

Die **Höhlen** ſind leere Räume von verſchiedener Größe in den Bergen, oder im Innern der Erde. Sie werden meiſtens in gebirgigen Gegenden, vornämlich in Kalkgebirgen, ſelten im flachen Lande gefunden. Auf den Inſeln des griechiſchen Meeres, ſo wie auf den azoriſchen, kanariſchen, grünen, moluckiſchen u. ſ. w. ſind ſie ſehr häufig, und dies widerſpricht jener Behauptung nicht, da die Inſeln bloß die Spitzen von Bergen ſind, die aus dem Meere hervorragen. Gemeiniglich haben ſie Gänge von verſchiedener Höhe und Richtung, welche in größere mit Pfeilern und Figuren von Tropfſtein ausgezierte Klüfte führen, auf deren Boden ſich Waſſer befindet. Zuweilen trifft man darin auch Zähne, Knochen und Gerippe von Landthieren an.

Die in der Erde befindlichen Höhlen ſcheinen einen ſehr verſchiedenen Urſprung zu haben. Einige von zwei Seiten geöffnete mögen wohl am häufigſten durch den Stoß eines von außen her durchbrechenden Waſſers; andere gangartig durch Spaltung; andere, vorzüglich diejenige, die ſich als keſſelförmige faſt ſenkrechte Schächte zeigen, z. B. die Gal-

lenreuther-Höhle können durch Entbindung luftförmiger und dampfförmiger Flüſſigkeiten; die meiſten und größten wahrſcheinlich durch den Abfluß des im Innern angehäuft geweſenen Waſſers entſtanden ſeyn. Wenn die Kalkberge, worin die Höhlen am häufigſten, oder die Gyps- oder Kalkſchiefer-Gebirge, worin ſie zuweilen anzutreffen ſind, da man im Granit, Gneiß, Glimmer- Thon- und Hornblendeſchiefer hingegen noch niemals eigentliche Höhlen, wohl aber druſige Stellen, und zuweilen Druſen von ungeheurer Größe entdeckt hat, im Meere gebildet wurden; ſo haben ſie eine anſehnliche Menge Waſſer bei ſich behalten können, welches ſie gleichförmich durchdrang und ihre Theile in einem Zuſtande der Ausdehnung erhielt. Als aber dieſe Lagen nachher aus dem Schooße des Meeres hervorkamen, mußte ſich das Waſſer, welches vorher innig mit ihnen verbunden geweſen war, allmählig zerſtreuen, und der trocknende Stein dadurch Riſſe bekommen. Dieſe Spalten mußten dadurch noch ſehr vermehrt und vergrößert werden, daß ſich zwiſchen den Kalk- Gyps- oder Schiefer-Lagern ſehr häufig Schichten von Thon oder Mergel befanden, die durch das Waſſer noch weit mehr als jene aufgeſchwellt waren und hernach beim Austrocknen ſtärker zuſammentreten mußte.

So bald auf dieſe Art nur erſt eine Spalte entſtanden iſt, ſo wird ſie durch die Wirkung des Waſſers ſehr leicht vergrößert werden können. Man findet gewöhnlich in ſolchen Höhlen Waſſer, und in einigen ſo tiefe Brunnen, daß ein hineingeworfener Stein lange Zeit braucht, ehe er den Boden erreicht. Theils kommt dieſes Gewäſſer von mehreren kleinern und großen Strömen her, die in den Erdboden eindringen und ſich im Innern der Erde verlaufen; theils drängt ſich das Waſſer von der Oberfläche durch die Zwiſchenräume des Geſteins in das Innere der Gebirge. Wenn nun ein ſolches Waſſer im Innern der Erde auf Lagen trifft, die es entweder auflöſen kann z. B. Kalk und Gyps, oder die ſich leicht von ihm fortſchwemmen laſſen, wie die Thonerde, ſo führt es die Theile derſelben mit ſich fort und ſo entſteht eine Höhle, die durch fortgeſetzte Wirkung des Waſſers immer größer wird. Wirklich findet man in einigen Höhlen die Felſenbänke, welche ihre Wände ausmachen, eben ſo angegriffen und zernagt, wie die Steinlagen, welche die Ufer der Flüſſe bilden, woraus man deutlich ſieht, daß Waſſer durchgefloſſen iſt.

Noch jetzt vergrößern ſich ſolche Höhlen, indem das Waſſer durch ſie hinſtrömt, oder von den Decken ihrer Gewölbe herab tröpfelt. Findet ein ſolcher Tropfen bei ſeinem Falle eine veſte Grundfläche; ſo ſetzt er die ihm beigemiſchten Kalktheile ab, und bildet dadurch allmählig die Tropfſteine (Stalaktiten), welche man in Geſtalt der Eiszapfen,

Säulen, Rinden und unter mancherlei andern ſeltſamen Gebilden daſelbſt antrifft, und welche gewöhnlich die einzelnen Abtheilungen, und Pfeiler in dieſen Höhlen bilden. So ſpült das hineindringende und durchſeihende Thau- und Regenwaſſer ganze Schichten in den Kalkgebirgen aus, und zuweilen ſtürzt dadurch ein Theil des darüberliegenden Bodens ein und veranlaßt die ſogenannten Erdfälle. Iſt eine ſolche Kalkſchicht mit Materien vermiſcht, welche das Waſſer nicht auflöſen kann, z. B. Schaalthiere, Knochen u. ſ. w. ſo bleiben dieſe auf dem Boden der Höhle zurück, woraus die Menge von Muſcheln, Knochen und Steinſchutt auf dem Boden ſolcher Höhlen, in vielen Fällen begreiflich wird. Außerdem können aber auch Erdbeben und feuerſpeiende Berge, durch ungleiche Erhebung und Brechung der über ihnen befindlichen Erdlagen und Gebirge, durch Erhärtung der obern Lava, unter welcher die untere noch immer abfließt, und auf andere Art Höhlen erzeugen, und man darf ſich daher gar nicht wundern, daß ſie in den vulkaniſchen, ſchwefeligen, und dem Erdbeben ausgeſezten Gegenden am häufigſten ſind.

Die erſte Stelle unter den Höhlen verdient eine auf der Inſel Antiparos im griechiſchen Meere, deren Tiefe man auf 900 bis 1000 Fuß rechnet. Außerdem ſind vorzüglich merkwürdig das Labyrinth auf der Inſel Kandia oder Kreta, die Grotte de la Balme im ehemaligen Delphinate, die Paolshöhle oder Feuerhöhle in England gegen 150 Fuß hoch und breit, die Hundsgrotte im Neapolitaniſchen, die Aeolushöhle im Kirchenſtaat, die Bielerhöhle und Baumannshöhle am Unterharz, die Höhle bei Adelsberg im Herzogthum Krain, und im Bambergiſchen bei Zailenreuth, welche ſämtlich an ihrem Orte beſchrieben werden ſollen. Man hat gefunden, daß in den Grotten von Gyps- und Alabaſter-Felſen eine empfindliche Kälte zu herrſchen pflegt, welches vielleicht von ihrer ſtärkeren Verwitterung herrührt, bei welcher das in ihnen enthaltene viele Kryſtalliſations-Waſſer wieder in den Zuſtand der Flüſſigkeit übergeht, und daher eine Menge von Wärmeſtoff aus der umgebenden Luft anziehen und binden muß.

3. Von Verſteinerungen, Abdrücken und Ueberbleibſeln organiſcher Geſchöpfe im Innern der Erde.

Es iſt ſchon oben bei Gelegenheit des Kalks, Thonſchiefers, Schieferthons, u. ſ. w. auch bei dem aufgeſchwemmten Gebirge erwähnt worden, daß ſich in denſelben Ueberbleibſel von Thieren und Pflanzen in einem mehr oder weniger veränderten Zuſtande befinden: aber dieſe Erſcheinungen ſind zu wichtige Urkunden über die ehemalige Beſchaffenheit des

Erdkörpers und über die großen mit ihm vorgegangenen Veränderungen, als daß ſie nicht eine genauere Beſchreibung verdienen ſollten.

Am meiſten weichen diejenigen organiſchen Ueberbleibſel von ihrem ehemaligen Zuſtande ab, die man als Verſteinerungen antrifft. Dieſe haben ihre urſprünglichen flüſſigen, weichen, brennbaren und natürlichen Beſtandtheile verlohren, und ein erdiger, ſteiniger, auch wohl metalliſcher Stoff iſt an deren Stelle getreten, aber die Geſtalt des organiſchen Körpers, iſt dabei ſo vollkommen beibehalten, daß er bloß eine Veränderung in ſeiner Materie erlitten hat, und daß ſelbſt ſein innerer Bau noch deutlich zu erkennen iſt.

Um ſich von der Möglichkeit dieſer Veränderung einen Begriff zu machen, muß man ſich daran erinnern, daß die Körper bei unmittelbarer Berührung, deſto ſtärker zuſammenhängen, je größer die Anzahl ihrer Berührungsſtellen wird. Dadurch wird die Entſtehung derjenigen Steinarten begreiflich, die nicht ein Erzeugniß der Kryſtalliſation und als ſolche, bei dem Verluſt des Waſſers, worin ſie gebildet wurden, zu feſten Maſſen erhärtet, ſondern aus vorher ſchon veſten Theilen gleichſam zuſammengebacken ſind, z. B. der Sandſtein. Wenn man ſich eine Schicht von Sandkörnern, oder erdigen Trümmern denkt, durch welche ſich Waſſer durchſeihet, ſo werden dieſelben, ſo lange ſie ſich nur an einigen und kleinen Stellen berühren, ohne merklichen Zuſammenhang ſeyn. Befinden ſich aber unter den übrigen kleinere Körner, oder liegt über dieſer Sandſchicht eine andere feinere; ſo führt das Waſſer nach und nach dieſelben zwiſchen die großen hinein und noch kleinere zwiſchen jene: dadurch werden die Berührungspunkte vermehrt, der Zuſammenhang verſtärkt, und die ganze Maſſe erhärtet, indem auch wahrſcheinlich ein Theil des Waſſers gebunden und zu einem feſten Körper wird, zu feſten Stein. Wir ahmen dieſe Wirkung der Natur durch die Bereitung unſers Mörtels nach. Wir vermiſchen den Sand mit Kalk, welchen das Waſſer zwiſchen die Sandkörner führt, ſo daß ſich eine Menge von Berührungspunkten zwiſchen der ganzen Maſſe findet, wenn der Kalk, welcher einen Theil des Waſſers bindet und dadurch eine Art von Kryſtalliſation erleidet, den Ueberfluß derſelben, der ihn weich macht, durch Austrocknen verlohren hat.

Auf einem ähnlichen Wege, wie der Mörtel und die Sandſteine ſcheinen nun auch die Verſteinerungen zu entſtehn. Wenn man z. B. wie es ſich zuweilen zuträgt, in Sandhügeln viel verſteinertes Holz und Muſcheln mit Steinkörnern findet; ſokann man ſich vorſtellen, daß die durch den Hügel ſich durchſeihende Feuchtigkeit nur einen feinen Staub mit ſich führet, der ſich im Sande, wo der Weg frei iſt, nicht abſetzt,

aber in der Röhre des Holzes und in dem feineren Sande der Muſchelſchaalen aufgehalten wird, und ſo die Verſteinerung vollenden könne. Eben ſo entſtehen häufig einzelne Sandſteine in lockern Sandhügeln, und man findet gewöhnlich in der Mitte derſelben irgend einen veſten Körper, der zuerſt den Lauf des Waſſers aufgehalten und dadurch die Bildung des Steins veranlaßt hat.

Bei weitem die meiſten Verſteinerungen ſind kalkartig, weil ſich der Kalk am häufigſten im Waſſer auflöſet, und alſo am leichteſten wieder abgeſetzt werden kann. Bisweilen enthält das verſteinernden Waſſer auch Gyps, Kies oder ein Gemiſch von andern Materien, wodurch dann auch die verſteinerten Körper verſchieden werden. Die See Igel und Schraubenſchnecken nebſt den Holzarten ſind am häufigſten in Kieſel, Feuerſtein oder Agate verwandelt, weil vielleicht die innere Fleiſchmaſſe dieſer Konchylien einen Stoff enthält, der mit dem Schlamme des Meers am leichteſten in Kieſel übergeht, und weil die Säure der Holzarten vielleicht mit ihren brennbaren Theilen zur Bildung oder Anziehung des Kieſelſtoffs etwas beiträgt vielleicht auch in der Pflanze ſelbſt Kieſelerde enthalten iſt, die man in mehrern Pflanzen und nur neuerlichſt in anſehnlicher Menge in der Oberhaut einiger Rohrarten entdeckt hat; oder auch, weil die feinſten agatartigen Theile des ſteinführenden Waſſers in die engſten Röhren des Holzes dringen, die für gröbere Stoffe unzugänglich ſind.

Niemals findet man ſolche organiſche Ueberbleibſel im Granit, Gneiß, Porphyr oder in den eigentlichen urſprünglichen Gebirgen, wodurch eben das höhere Alter derſelben bewieſen wird; allen übrigen aber ſind ſie in allen Welttheilen, wie ſich künftig bei der nähern Beſchreibung der einzelnen Länder und ihrer Gebirge ergeben wird, mehr oder weniger eigen. Man findet verſteinerte Muſchelſchaalen in einem Kalkberge unter den Cordillens in Peru, 2337 Toiſen über der Meeresfläche und in andern ſüdamerikaniſchen Bergen in einer nicht weit geringeren Höhe: eben ſo liegen verſteinerte Muſcheln in der Schweiz 1000 Toiſen und mächtige Schichten davon über 1300 Toiſen oberhalb der Meeresfläche, und auf dem höchſten Gipfeln der Pyrenäen hat man dieſelbe Beobachtung gemacht. Am häufigſten ſind indeſſen die ſteinigen Ueberbleibſel von Meergeſchöpfen in den minder hohen Flözgebirgen. Man findet ganze Kalkberge und mächtige Kalkſchichten, die bloß aus zermalmten und zerbrochenen Muſchelſchaalen zu beſtehen ſcheinen. Auch beſtehen einige anſehnliche Bergketten in Italien, eben ſo wie der ganze Boden und ein Theil der Steinlagen an den Küſten des adriatiſchen Meeres, faſt einzig und allein aus Stein-

korallen. Doch ſind nicht bloß die Gebirge die Lagerſtätten für dieſe Ueberbleibſel eines ehemaligen Meeres: man findet ſie auch nahe an der Erdfläche und ſogar mehrere hundert Fuß tief unter derſelben, z. B. auf dem Boden der ungariſchen Salzgruben.

Gemeiniglich findet man in den Erdſchichten dieſe gegrabenen Muſcheln und dieſe Steinkorallen in Familien geordnet, gerade ſo wie ſie ſich im Schooße oder am Ufer des Meeres beiſammen zu befinden pflegen: ein augenſcheinlicher Beweis, daß ſie nicht etwa durch Fluthen zuſammengehäuft ſind, ſondern daß ihre jetzige Lagerſtätte wirklich ehemals Meeresboden geweſen iſt. Dieſe Regel iſt nicht ohne alle Ausnahme; aber die Ausnahmen ſelbſt dienen jenem Satze zur Beſtätigung. In den Gebirgen der Schweiz z. B. liegen häufig große Lagen von Verſteinerungen einer und eben denſelben mit andern ganz unvermiſchter Art von Schaalthieren, gerade ſo, wie gewöhnlich auf den Meeresboden: bloß bei Genf und bei Bruck ſind unzählige, verſchiedenartige Verſteinerungen durch einander gemengt. Aber auch gerade hier ſind die beiden Oeffnungen des die Schweiz umfaſſenden hohen Bergkranzes. Alles wird alſo vollkommen erklärbar, wenn man annimmt, daß die Schweiz vor Jahrtauſenden im Meer geweſen ſei, worin die Schaalenthiere familienweiſe wohnten, wie ſie jetzt an den meiſten Stellen aufgeſchichtet ſind, daß ſie aber beim Abfluſſe des Waſſers an den Durchbruchspunkten durch die Gewalt der hindurchdringenden Fluth verwirrt durch einander geworfen wurden. Eben ſo iſt auch höchſt wahrſcheinlich, ganz Böhmen ehemals ein großer See geweſen, in welchem ſich alles von den rund umher liegenden Gebirgen zuſammenfließende Waſſer vereinigte, bis es ſich in ſpätern Zeiten den Ausgang bei Schandau öffnete, den wir jetzt als den Ausfluß der Elbe kennen, der nicht nur äußerſt enge iſt, ſondern auch ganz das Anſehen eines gewaltſamen Durchbruchs hat.

Die Arten der verſteinerten Schaalthiere ſind ſehr mannigfaltig, ſowohl einſchaalige oder Schnecken, als zweiſchaalige oder Muſcheln; doch ſind die letzten am häufigſten. Zu ihnen gehört auch das größte aller Schaalthiere, die Rieſenmuſchel oder Noahmuſchel, wovon die Schaalen wohl gegen ſechs Centner, und das Fleiſch, welches die oſtindiſchen Inſulaner häufig eſſen, 30 Pfund ſchwer iſt. Von wenigen Schaalthieren iſt noch die wirkliche Schaale erhalten, ſondern von den meiſten iſt nur der innere Abguß in der erhärteten, zuerſt weichen Steinmaſſe vorhanden, welche die nachher allmählig zerſtörte Schaale ausfüllte. Zuweilen findet man die Schaalthiere unverändert, wobei aber doch die glänzende Haut ſehr dünn zu ſeyn, und leicht abzublättern pflegt.

Zuweilen leben die Thiere, deren Verſteinerungen man auf dem Lande findet, in den benachbarten Meeren: zuweilen in ſehr entfernten Gewäſſern; denn man hat in Frankreich, Schweden und in vielen europäiſchen Gegenden verſteinerte Schaalenthiere gefunden, die jetzt nur in indiſchen Meeren leben: manche ſind als lebende Thiere noch gar nicht gefunden.

Zu den letzten gehören z. B. die ſehr häufigen Belemeiten, längliche, kegelförmige, oder walzenförmige Steine, die den Aberglauben unter dem Namen der Donnerkeile oder Hexenfinger bekannt, vermuthlich aber das vielkammige Gehäuſe eines entweder noch nicht aufgefundenen, oder gar nicht mehr vorhandenen Schalthiers ſind. Noch öfter findet man die Ammoniten, oder Ammonshörner, auch wohl Poſthörner genannt. Es ſind um einen Mittelpunkt flach gewundene Röhrenſchnecken, deren Schaale inwendig durch Scheidewände in mehrere Fächer abgetheilt ſind. Sie weichen an größe und Bildung ſo ſehr von einander ab, daß man über hundert Arten davon zählt. Einige können kaum ohne Vergrößerungsglas erkannt werden, indem über hundert Stück davon noch nicht ſo ſchwer wie ein einziges Gerſtenkorn ſind, andere hingegen haben gegen fünf Fuß im Durchmeſſer und übertreffen ein großes Wagenrad an Umfang. Eben ſo haben einige runde Windungen und runde Rücken; bei andern findet man eckige, knotige Windungen und ſcharfe Rücken. Man ſieht an einigen noch die Ueberbleibſel der natürlichen Schaale; aber lebendig ſind ſie noch nirgends angetroffen worden; ob ſie gleich in einer ganz erſtaunlichen Mende vorhanden geweſen ſeyn müſſen. Denn man findet ſie nicht nur häufig in allen Theilen von Europa, ſondern ſie ſind auch in Peru nicht ſelten; man hat ihnen daher, da ſie ſich faſt überall finden, den Namen Kosmopoliten (Weltbürger) gegeben.

Unter den übrigen Gewürmen ſind die Verſteinerungen der See-Igel (Echiniten) am häufigſten: auch Pflanzenthiere findet man, und auf einem Berge bei Jamaika, hat man in einer Höhe von 2000 bis 3000 Fuß, eine Menge von Korallengewächſen nebſt verſchiedenen Seemuſcheln, angetroffen.

Von Inſecten ſind die Abdrücke etwas ſelten; am häufigſten findet man ſie noch von Krebſen, deren Schaalen auch mehr oder weniger verſteinert gefunden werden; doch muß man zu den Ueberbleibſeln derſelben auch diejenigen rechnen, die man im Bernſtein eingeſchloſſen findet, und die in den Gegenden, wo derſelbe angetroffen wird, nicht einheimiſch ſind.

Abdrücke von Fiſchen ſind in harzigem Mergelſchiefer oder Stinkſchiefer ſehr häu-

ſig: man findet ſie ſeltner mit Schuppen, als mit den Spuren der Fleiſchfaſern in Geſtalt ſchräger Vielecke, zuweilen auch nur das Grätengerippe, gewöhnlich in einer gekrümmten Lage, der Folge des gewaltſamen Todes. Manchmal erkennt man noch die Gattung. In der Gegend von Monpellier hat man Zähne ausgegraben, die einem Fiſche angehören, der jetzt nur in China und in Indien lebend gefunden wird. Im Petersberge bei Maſtricht hat man Kopfknochen und Kieferbeine gefunden, die nach der Meinung des berühmten Campers von einer Art von Kaſchalotten oder Pottfiſch abſtammen. Eben ſo findet man in den Gebirgen Rußlands Knochen aus den Köpfen der größeren Seefiſche, mit den Knochen von Landthieren vermengt. In einem Berge bei Verona hat man neben andern Verſteinerungen, auch die vollkommenſten Abdrücke ganzer Fiſche, mit allen Geſchlechtskennzeichen von beinahe 600 Arten, die meiſtens in das Südmeer, und in die Meere bei Newfoundland, Braſilien u. ſ. w. gehören.

Die Fiſche, welche in Schiefern und Kohlen vorkommen, ſind ganz breit, flach und dünn; dagegen haben ſie in Kalklagen, im Gypſe u. ſ. w. ihre natürliche Dicke beibehalten. Dieſe Verſchiedenheit rührt daher, weil die zuletzt genannten Stoffe bald erhärteten und dem Drucke der über ihnen liegenden Maſſen Widerſtand leiſteten, die Schiefer aber, die an ſich ſelbſt keine Feſtigkeit beſaßen, dem Drucke der über ihnen liegenden Schichten nachgaben.

Von Ueberbleibſeln der Amphibien findet ſich unter den Mineralien nichts weiter, als Fröſche und Kröten zuweilen in Steinſchiefer Schildkrötenſchaalen und Krokodillenköpfe. Einen derſelben hat man durchaus verſteinert in den Altorfer Marmorbrüchen bei Nürnberg gefunden. Eben ſo hat man bei Dax, am Fuße der Pyrenäen, die Kinnlade einer Krokodill-Art ausgegraben, die jetzt nur im Ganges lebt.

Auch Vögel finden ſich unter den mineraliſchen Ueberbleibſeln der Vorwelt ſehr ſelten; doch hat man einige ſehr gut erhaltene mitten in großen Gypsſtücken zu Monmartre bei Paris entdeckt, die aber keinen der jetzt lebenden Gattungen ähnlich ſind. Sonſt findet man auch einzelne Theile des Gerippes von Sumpf- und Waſſer-Vögeln in einigen Schieferarten.

Deſto häufiger ſind die Ueberbleibſel von Landthieren im Mineralreich; beſonders von großen ſüdlichen Landthieren in nördlichen Gegenden. Dahin gehören die ſchon angeführten Nashorn- und Elephanten-Knochen in Sibirien. Ueberbleibſel von Elephanten, und beſonders von Zähnen derſelben hat man nicht nur im nördlichſten Aſien, ſondern

auch in Deutſchland, England, Frankreich, Italien und mehreren Gegenden von Europa nicht ſelten gefunden. Bei Burg-Tonne im Gothaiſchen nicht weit von Langenſalze ward im Jahr 1695 ein Elephantengerippe unter einem Sandhügel ausgegraben, an deſſen Kopf ſich zwei Zähne jeder von acht Fuß Länge befanden, und auf eben derſelben Stelle hat man wieder im Jahr 1799 einen Elephanten entdeckt, der nach der Geſtalt ſeiner Zähne nicht zu den afrikaniſchen, ſondern zum aſiatiſchen Stamm gehört zu haben ſcheint. Bei Rom hat man in Kieſelſtein-Geſchieben, über Laven, einen außerordentlich großen Elephantenzahn gefunden: an den Ufern des Arno in Toskaniſchen hat man eine große Menge von Elephanten-Ueberbleibſeln über Lagen von Eichenholz entdeckt, welches ſich ſo gut erhalten hatte, daß es von Tiſchlern und Zimmerleuten verarbeitet werden konnte, und bei Cortone im Florentiniſchen ſo wie im Piemonteſiſchen und in den Salzgruben von Wieliczka befinden ſich viele zum Theil verſteinerte Elephantenknochen.

Die Nashornknochen findet man faſt eben ſo häufig, wie die Elephantenknochen in nördlichen Gegenden und gewöhnlich an eben derſelben Stelle, wo dieſe angetroffen werden z. B. in Sibirien, auch in Deutſchland, bei Herzberg am Harz, bei Burg-Tonna, und ſehr häufig im Heſſeſchen.

Zu dieſen ſüdlichen Ueberbleibſeln von Landthieren im Norden gehören auch die von Pallas in Nord-Aſien an vielen Stellen entdeckten Schädel und Hörner eines ſehr großen Büffels, wovon die Engländer erſt kürzlich das lebende Urbild in den waldigen Berggegenden Indiens gefunden haben. Dieſer Rieſenbüffel heißt Arni, iſt am Wiederriß vierzehn Hände hoch, wiegt dreitauſend bis viertauſend Pfund und hat ſehr große Hörner.

Einige dieſer Ueberbleibſel von Landthieren eröffnen uns eben ſo wie diejenigen von Meerthieren, deren Urbilder nicht mehr aufgefunden werden können, die Ausſicht in eine frühere der jetzigen nicht mehr ganz gleiche thieriſche Schöpfung. So findet man in unſäglicher Menge, ſo wohl in den ſogenannten Drachenhöhlen an den Karpathen, wie in der Scharzfelder Höhle am Harz und in der Gailenreuther Höhle am Fichtelberge, eine Art von Knochen, die nach ihrer Geſtaltung unſtreitig zum Bärengeſchlecht, aber zu keiner noch jetzt vorhandenen Art deſſelben gehören. Sie ſind theils von ſo ungeheurer Größe, daß jene Bären der Vorwelt weit größer als ein Auerochſe geweſen ſeyn müſſen. Eben ſo hat man in einem Moraſte Irlands von einem Elennthiere ein Gehörn gefunden, welches von der Erde acht Fuß hoch war, deſſen Spitzen vierzehn Fuß von einander ſtanden, und deſſen Gewicht dreihundert Pfund betrug, da die ſtärkſten Gehörne der jetzigen,

1000 bis 1200 Pfund wiegenden, Elennthiere nur etwa 36, höchſtens gegen 60 Pfund ſchwer ſind. Noch merkwürdiger ſind die hin und wieder in Deutſchland, Ober-Italien, am Ohio in Nord-Amerika und an andern Orten aufgefundenen Ueberbleibſel eines Thieres, welches nach dem Umfange ſeiner Gebeine den Elephanten an Größe weit übertroffen haben, und dennoch nach dem Bau ſeiner Zähne, ein fleiſchfreſſendes Thier geweſen ſeyn muß. Eben dieſem zu den jetzigen Säugethieren nicht mehr paſſenden rieſenförmigen Raubthiere gehören, wenigſtens zum Theil, die koſtbarſten aller Verſteinerungen, die Türkiſſe zu, welches blaugrüne, durch ſchwefelſaures Kupferwaſſer metalliſirte Zähne ſind, die ſich ſehr ſchön poliren laſſen, und deshalb von den Türken ſehr hoch geſchätzt, und zum Auslegen der Säbelgefäße oder zu andern Schmucke gebraucht werden. Ein Stück von der Größe einer Haſelnuß ward ehemals wohl mit hundert, und wird noch jetzt mit acht bis zehn Thalern bezahlt. Sie werden am häufigſten in Perſien und Indien, doch auch hin und wieder in Europa angetroffen, und wenigſtens die in Languedok gefundenen gehören dem erwähnten großen Thiere zu, welches man zuweilen mit dem Namen des fleiſchfreſſenden Elephanten bezeichnet.

Das bei Quedlinburg im Jahre 1663 ausgegrabene Gerippe eines einhörnigen Thieres iſt vielleicht auch ein Ueberbleibſel einer ausgeſtorbenen Gattung, wenn es nicht von einem Rhinoceros war. Auffallend iſt es, daß man nie verſteinerte Ueberbleibſel von Menſchen gefunden hat.

Aus dem Pflanzenreiche finden ſich auch Verſteinerungen, theils von Wallnüſſen, Haſelnüſſen, Tannenzapfen, und allerlei kleiner bekannten Pflanzen angehörigen kleinen Schaalen und Hülſen von mancherlei Saamen, beſonders aber von Holze, deſſen ganzen innern Bau man noch erkennen kann. Häufig findet ſich Holz in Jaspis verſteint, mit mancherlei Farben, ſogar apfelgrün, vorzüglich ſchön bei Coburg. An der Wolga trifft man Holz an, das in ſehr feinen Wetzſtein verwandelt iſt, und ſeinen organiſchen Bau noch ganz deutlich zeigt, beſonders aber durch unverkennbare Spuren von denjenigen Holzwürmern merkwürdig iſt, welche Schiffe und Pfahlwerk im Meere zernagen, und in den indiſchen Gewäſſern zu Hauſe gehören. Am Harz im Rammelsberge findet man in Eiſenſtein metalliſirtes Fichtenholz und in Ober-Ungarn eine Art verſteinertes Holz von weißlicher Farbe und faſerigem theils unſchlichten Bruch, die oft mit einem Wachs-Opal durchzogen iſt. Manches verſteinerte Holz iſt an dem einen Ende eines Stücks ſo unverändert daß es ſich wie das weichſte Holz anfühlt und am Lichte brennt; im übrigen aber ſo mit Quarz durchzogen, daß es mit dem Stahle Funken ſchlägt. Abdrücke von Kräutern vor

züglich von Farrenkräutern, Mooſen, Schilf, ſelbſt auch von Blüthen und Blättern, kommen in Schiefer und Kalk häufig vor. Manche haben eine auffallende Aehnlichkeit mit bekannten Pflanzen; einige mögen von Pflanzen herrühren, die jetzt gar nicht mehr auf der Erde wachſen. In einigen Gruben in England findet man elaſtiſches Harz, welches eigentlich nur in Peru einheimiſch iſt, und das gegrabene Holz in Preußen ſtammt, wie die in dem bei demſelben gefundenen Bernſtein eingeſchloſſenen ausländiſchen Inſekten beweiſen, ebenfalls aus fremden Ländern ab; doch iſt deſſen wahres Urbild noch nicht entdeckt. In Deutſchland hat man Abdrücke von oſtindiſchen Pflanzen gefunden. In der Gegend von Lion in Frankreich iſt ein harzſchiefriger Stein, worauf faſt in allen Schichten Abdrücke von Blättern und Stengeln zu ſehen ſind, deren keine aber einheimiſch, ſondern die ſämmtlich oſtindiſch oder amerikaniſch ſind.

Es finden ſich unter den dortigen Ueberbleibſeln des Pflanzenreichs ſo viele Verſchiedenheiten, daß ſich jede Stelle dieſer Gegend durch eigenthümliche Arten auszuzeichnen ſcheint. Man hat auch einige Gewächſe darunter bemerkt, die zum Geſchlechte der Palmen und anderer ausländiſchen Bäumen gehören, nebſt Früchten des indiſchen Jasmins, der jetzt nur auf den kanariſchen Inſeln, in Malabar und auf der Küſte von Koromandel wächſt. Dieſe Abdrücke ſind nicht nur darum der Aufmerkſamkeit des Naturforſchers werth, weil ſie häufig ausländiſch ſind, und aus warmen Gegenden abſtammen, ſondern auch deswegen, weil ſich unter dieſen verſchiedenen Abdrücken auf Steine kein Beiſpiel von einer Pflanze findet, die krumm oder gebogen wäre, indem ſie vielmehr ſämtlich ſo ſchön und ordentlich ausgebreitet ſind, als wenn ſie auf die platten Seiten der Steine aufgeleimt wären; und endlich deshalb, weil die Stücken eines geſpaltenen Schiefers an den innern Flächen, womit ſie einander berühren, auf der einen Seite den Abdruck des Blattes erhaben und auf der andern vertieft zeigen, da man doch, nach der Vorſtellung, die man ſich von der Entſtehungsart ſolcher Abdrücke in einer weichen Erde machen muß, vielmehr erwarten ſollte, daß die Blätter einer Pflanze auf der einen Fläche den Abdruck des obern und auf der andern den Abdruck des untern Theils zurücklaſſen müßten.

Dieſe und viele ähnliche Bemerkungen ſind wichtige Denkmähler zur Geſchichte unſerer Erdkugel. Es wird dadurch auſſer Zweifel geſetzt, daß das Waſſer einſt wenigſtens einen großen Theil unſerer jetzigen Erdfläche bedeckt habe; daß eine gewaltige Ueberſchwemmung den Erdboden betroffen haben müſſe; daß die Steinarten, welche Verſteinerungen enthalten, oder die Materie dazu hergeben, wenigſtens zum Theil, ſpätern Urſprun-

ges ſind, als der Erdkörper; und daß alle Steinarten, welche in Schichten über Schaalthierbänken liegen, erſt in ſpäterer Zeit hinzugekommen ſind.

II.

Vom Meere.

1. Allgemeine Merkwürdigkeiten.

Das Weltmeer nimmt mehr als zwei Drittheile der Erdfläche ein; wahrſcheinlich war eine ſo große Ausdehnung deſſelben nothwendig, um die Quellen der Flüſſe durch ſeine Ausdünſtung mit Waſſ r zu verſorgen, um die beim Athemholen nachtheiligen Lufttheile zu verſchlucken, und um einen hinlänglichen Waſſervorrath mehrere Jahrhunderte hindurch zu erhalten, da derſelbe täglich durch die zunehmende Anzahl organiſcher Körper vermindert und Waſſer in denſelben zerſetzt oder gebunden wird.

Der Meeresboden iſt dem trockenen Lande ähnlich, ſo wohl in der Abwechſelung von Thälern, Hügeln, Felſen und Bergen, denn die Inſeln ſind nichts anders, als Hervorragungen von Bergen, deren Fuß auf dem Grunde des Meeres ruht, als auch in Anſehung der Verſchiedenheit des Bodens ſelbſt, deſſen Beſchaffenheit man durch das Senkblei erforſcht, indem dieſes am untern Ende eine mit Talg angefüllte Vertiefung hat, in welche ſich, da man es, ſo bald man Grund fühlt, hart aufſetzt, allezeit etwas von den Theilen, die an dieſer Stelle den Meeresgrund bedecken, eindrückt und an dem weichen Talge hängen bleibt. Auf dieſe Weiſe hat man auf dem Meeresboden, eben ſo wie in den Schichten des veſten Landes, bald zerbröckelte Muſcheln, bald Trümmer von Korallenfelſen, bald Sand, bald Glimmer mit Thon, bald dicken Schlamm u. ſ. f. gefunden. Wie tief die See an ihren tiefſten Stellen iſt, weiß man nicht; denn es iſt unmöglich, mit dem Senkblei über eine gewiſſe Tiefe bis an den Grund zu kommen. Zwar ſcheint es auf den erſten Anblick, als wenn man nur das Seil oder die Leine, woran das Senkblei hängt, immer verlängern dürfte, um auch an den tiefſten Stellen den Boden zu erreichen; allein ſo bald dieſe Leine oder dieſes Tau ſo lang wird, daß es das daran hängende Senkblei überwiegt, ſo geht das Senkblei nicht tiefer in das Meer hinein, ſondern wird von dem größern Gegengewichte des Strickes ſchwimmend erhalten. Auch kann man dieſer Unbe=

quemlichkeit nur bis auf einen gewiſſen Grad durch ein ſchwereres Senkblei abhelfen, weil ein zu großes Gewicht deſſelben die kleinern zerreißen würde.

In dem weſtlichen Ocean nahe bei der Linie hat man mit 1500 Fuß keinen Grund gefunden; bei dem grünen Vorgebirge, zwölf Meilen weit vom Lande, nicht mit 1000 Klaftern. Die Tiefe der See pflegt längs der Küſte deſto größer zu ſeyn, je höher ſich die Küſte erhebt, und eben ſo deſto geringer, je flacher dieſe iſt; ſo wie ſich überhaupt die Ungleichheit des Bodens der See, nach der Ungleichheit des Bodens an der Küſte zu richten pflegt: die Inſeln indeſſen machen hievon häufig eine Ausnahme.

Das Seewaſſer hat einen ſalzigen und bittern Geſchmack, der es zum Trinken untauglich macht, und welcher von mehreren Salzen herrührt, die ihm als Beſtandtheile beigemiſcht ſind. Dahin gehört ſalzſaures Natron (gewöhnliches Kochſalz), ſalzſaure Kalkerde und Talkerde; ferner ſchwefelſaures Natron (Glauberſalz), ſchwefelſaure Kalkerde (Gyps), ſchwefelſaure Talkerde (Bitterſalz), und endlich kohlenſaure Kalkerde (roher Kalk). Die Salzigkeit des Meeres iſt aber nicht allenthalben gleich. Sie iſt ſtärker gegen die Mittellinie zu, als in der Nähe der Angelpunkte, in der Tiefe ſtärker als an der Oberfläche, und überhaupt enthält das Waſſer in verſchiedenen Meeren wohl nicht immer einerlei Salze in gleicher Menge und in gleichen Verhältniſſen. Ein Pfund Meerwaſſer in der ſpaniſchen See hält gewöhnlich zwei Loth, in der Oſtſee kaum ein halbes Loth Salz: im Durchſchnitt rechnet man einen Würfelfuß Meerwaſſer um $\frac{1}{7}$ Pfund ſchwerer, als einen Würfelfuß reines ſüßes Waſſer.

Die im Meerwaſſer enthaltenen Säuren nebſt dem Natron und den Erden, mit welchen ſie zu Mittelſalzen verbunden ſind, bleiben bei der Verdunſtung des ſüßen Waſſers, oder bei der Deſtillation, nach Abfließung deſſelben als ein gallertartiger Hefen zurück. Man benutzt daher in wärmern Gegenden das Meerwaſſer zur Gerinnung des darin enthaltenen Salzes. Im mittäglichen Frankreich leitet man das Meerwaſſer bei der Fluth in große, flache, mit Thon ausgefütterte Salzſümpfe, worin es durch eine Art von Schleuſen zurückgehalten wird, und die wieder in mehrere gemeinſchaftliche Abtheilungen getrennt ſind, bis zu einer geringen Höhe. Wenn dieſes Waſſer faſt gänzlich verdunſtet iſt; ſo leitet man von neuem Meerwaſſer hinein, fährt damit eine Zeitlang fort und häuft das ſo angeſammelte Salz in Haufen auf. Dieß Boyſalz muß, ehe es reines Küchenſalz wird, weiter gereinigt werden; denn es enthält natürlich noch alle fremdartigen dem Meerwaſſer beigemiſchten Sätze und andere Theile, hat auch daher eine graue Farbe. Im mitternächtlichen

Frankreich ſammelt man den vom Seewaſſer befeuchteten Sand, trocknet ihn an der Sonne, wäſcht ihn mit einer hinreichenden Menge Waſſer wieder aus, worin ſich das ihm entklebende Salz auflöſet, und raucht hernach dieſe Auflöſung in bleiernen Pfannen über dem Feuer ab, um das Salz davon zu ſcheiden.

Die Salzigkeit und faſt noch mehr die Bitterkeit des Meerwaſſers, die von den Kalk- und Talk-Salzen, beſonders von dem Bitterſalz, herrührt, iſt eine große Ungemächlichkeit für die Seefahrer, die deshalb, ob ſie ſich gleich allenthalben vom Waſſer umgeben ſehen, mit einem hinlänglichen Vorrath von ſüßem Waſſer auf ihren Reiſen verſehn ſeyn müſſen. Bei einer zu langen Verzögerung auf dem Meere wird dieſer Vorrath zuweilen erſchöpft, oder geräth auch, vorzüglich in wärmern Gegenden, in Fäulniß: man iſt daher ſchon lange darauf bedacht geweſen, das Meerwaſſer ſelbſt für den Schiffer trinkbar machen zu können. Daß dies an und für ſich nicht unmöglich ſei, beweiſet ſchon der Umſtand, daß das Seewaſſer bei einem Grade der Kälte, wodurch es zum Gefrieren gebracht wird, ſich vom Salze trennt; ſo daß nicht nur das aufgethauete Eis vom Seewaſſer, ſondern ſelbſt das unmittelbar unter dem Eiſe befindliche Meerwaſſer ſüß iſt. Aber die Anſtalten, durch welche man im Stande iſt, auch in wärmerer Luft das Waſſer zum Gefrieren zu bringen, würden auf Schiffen doch ein zu koſtbares und umſtändliches Mittel ſeyn, um das Meerwaſſer genießbar zu machen. Der vortheilhafteſte Weg dazu iſt noch immer die bloße Deſtillation geweſen, und D. Irving erhielt für die Erfindung einer dazu tauglichen einfachen Deſtillir-Maſchine vom Brittiſchen Parlament eine Belohnung von 4000 Pfund Sterling (24000 bis 28000 Thaler). Man braucht bei derſelben auf dem Schiffe nicht mehr Brennholz als ſonſt, ſondern es wird bloß an den vier Tagen der Woche, da die Matroſen kein Fleiſch bekommen, der eine Kochkeſſel, der ohnehin, um nicht vom Feuer zu leiden, mit Seewaſſer gefüllt ſeyn muß, mit einem hölzernen Deckel bedeckt, woran ſich eine kupferne Röhre mit einer Vorlage und einem Kühlfaſſe befindet, in welches ein Matroſe beſtändig friſches Seewaſſer hineinpumpt und durchlaufen läßt. Bei Cook's Seereiſe im Jahr 1772 war dieſe Vorrichtung auf beiden Schiffen angebracht und gab jedesmahl 120 Quart Waſſer, welches aber allein für die Bedürfniſſe der Mannſchaft bei weitem nicht zureichend war. So bequem alſo auch die Irvingſche Einrichtung iſt; ſo würde ſie doch immer mehr Brennholz erforden, als irgend ein Schiff mit ſich führen kann, wenn die Seefahrer ihr ſämtliches Trinkwaſſer aus dem Meere bereiten ſollten; indeſſen iſt ihr Werth ſchon darum ſehr groß, weil ſie doch im Nothfall von

unſtreitigem Nutzen iſt. Die Entdeckung Lowitzens, daß man das faule Waſſer, durch Vermiſchung mit Kohlen, von ſeinem widrigen Geruch und Geſchmack wieder befreien, und dadurch den verdorbenen Vorrath des mitgenommenen ſüßen Waſſers wieder herſtellen kann, verdient ihr gewiß an die Seite geſetzt zu werden; denn beide Erfindungen tragen gleich viel dazu bei, den Seefahrer gegen eine der unerträglichſten und verderblichſten Plagen zu ſichern.

Wenn aber die Unbequemlichkeit, welche die Seefahrer von der Salzigkeit und Bitterkeit des Meeres erdulden, noch viel größer und unüberwindlicher wären; ſo würde ſie doch immer noch nicht Vortheilen gleich kommen, die uns eben dieſe Eigenthümlichkeit des Meerwaſſers verſchafft.

Ohne zu erwähnen, daß das ſalzige Meerwaſſer wohl nur in dieſem Zuſtande ein ſchicklicher Aufenthalt für ſo viele jetzt darin befindliche Geſchöpfe ſeyn konnte, von welchen der Menſch mannigfaltigen Nutzen zieht, war auch vielleicht die Salzigkeit des Meeres dazu nothwendig, um daſſelbe bei den mancherlei darin verweſenden Pflanzen und Thieren vor Fäulniß zu bewahren. Zwar kann das Seeſalz ſelbſt als ein Verwahrungsmittel wider dieſelbe wenig dienen; aber es wirkt ihr wohl dadurch kräftig entgegen, daß es wegen ſeiner im Vergleiche gegen ſüßes Waſſer größeren Schwere und wegen ſeines ſtärkeren Zuſammenhanges die auf der Oberfläche vom Winde verurſachte Bewegung bis zu einer größeren Tiefe fortpflanzt. Das ſüße Waſſer wird durch ſtarke Winde ſogleich in Dünſte aufgepeitſcht, und ſeine Maſſe wegen des geringeren Widerſtandes und Zuſammenhanges nur an der Oberfläche von denſelben in Bewegung geſetzt, aber das ſalzige ſchwerere Waſſer des Weltmeeres kann von ihnen in großen Wogen bewegt werden, die man z. B. in dem Meerbuſen von Biscaya wohl eine halbe Meile lang und mehr als vierzig Fuß über die Meeresfläche erhaben findet. Daß dieſe großen nur in tieferen und ſtark geſalzenem Waſſer möglichen Wogen zur Bewahrung des Meeres gegen Fäulniß wenigſtens beitragen, ſieht man aus der Erfahruug, daß das Meer zwiſchen den Wendekreiſen, bei ſtarker Hitze und bei einer ſehr lange anhaltenden Windſtille, zuweilen unerträglich zu ſtinken angefangen haben ſoll. Hieraus würde ſich auch die Endurſache davon ergeben, warum das Meer in der Nähe der Mittellinie, wo die ſtärkere Wärme am meiſten Verweſung und Fäulniß befördert, am meiſten geſalzen iſt, die wirkende Urſache dieſer Erſcheinung iſt die ſtarke Verdunſtung dieſer heißen Gegenden, durch welche ſtets ſüßes Waſſer in die Luft abgegeben wird, und das ſalzige, ſo wie eine durch Abkochen verſtärkte Salzſoole zurückbleibt.

Ein nicht minder wichtiger Nutzen der Salzigkeit des Meers iſt der Einfluß derſelben auf die Wärme des darüber hinſtrömenden Luftkreiſes und der daran gelegenen Länder. Nach einer der neueſten Entdeckungen in der Naturlehre pflanzt ſich die Wärme nicht, wie man ſonſt glaubte, mit Leichtigkeit durch die Flüſſigkeiten fort, und verbreitet ſich gleichförmig in der ganzen Maſſe derſelben; ſondern dieſe Fortpflanzung geſchieht nur in ſo fern, als die mit der Wärme unmittelbar in Berührung ſtehenden Theile eines flüſſigen Körpers durch ihre Einwirkung ausgedehnt, und alſo leichter geworden, zwiſchen den übrigen in die Höhe ſteigen, und bei dem dadurch hervorgebrachten ununterbrochenen Wechſel der ſie zunächſt umgebenden Theilchen, an dieſe etwas von ihrer Wärme verlieren. Wenn man den Grad der Wärme in einer Flüſſigkeit verändert, ohne daß zugleich eine Bewegung in derſelben erfolgt, wenn man z. B. eine Waſſermaſſe von oben erwärmt, oder von unten her erkältet, wo die durch Wärme leichter und die durch Erkältung verdichteten und ſchwerer gewordenen Waſſertheilchen ſchon vorher den Platz einnehmen, den ſie vermöge der Geſetze der Schwere nach ihrer Erwärmung und Erkältung einnehmen müſſen; ſo erfolgt die Fortpflanzung des Erwärmens und Erkältens äußerſt langſam und unmerklich. Die Fortpflanzung der Wärme in jeder Flüſſigkeit hängt alſo bloß von der Ausdehnung oder der Zuſammenziehung ab, den jede Veränderung der Wärme in der Flüſſigkeit hervorbringt.

Nun hat das ſüße Waſſer die ſonderbare Eigenſchaft, daß es ſich, wenn es nahe am Gefrieren iſt, etwa von 4 Grad des achtzigtheiligen Queckſilberthermometers an, bei einer größeren Erkältung nicht weiter verdichtet, ſondern vielmehr noch ſtärker ausdehnt; ſo daß die Theile der Oberfläche alsdann durch die weitere Zunahme der Kälte nicht, wie dieß bis dahin bei ihrer mit derſelben wachſenden Verdichtung und Schwere geſchehen mußte, zu Boden ſinken, ſondern durch ihre zunehmende Leichtigkeit oben gehalten werden und daſelbſt gefrieren. Dieſe Eigenthümlichkeit hat aber das Meerwaſſer mit dem ſüßen Waſſer nicht gemein. Wenn man in einem Wärmemeſſer den Abſtand zwiſchen dem natürlichen Gefrierpunkt und dem Siedepunkte des Waſſers in 80 gleiche Theile theilt; ſo dehnt ſich das ſüße Waſſer, wenn es von dem Eispunkt an, immer weiter erwärmt wird, bei der Zunahme der Wärme um die erſten, dem Gefrierpunkt am nächſten liegenden 10 Grade nur um $\frac{2}{10}$ eines Grades, hingegen in den letzten 10 Graden gegen den Siedepunkt zu um 13 Grad, alſo neunzigmahl ſo ſtark aus; das mit Seeſalz geſättigte Waſſer aber dehnt ſich in den letzten 10 Grad noch keine anderthalb mahl, alſo wenig ſtärker aus, als bei

einem Anwachs der Wärme um 10 Grad vom Gefrierpunkt an. Dieſer auffallende Unterſchied in dem Geſetze, nach welchen ſich beide Arten von Waſſer bei gleicher Zunahme der Wärme in höheren und niederen Graden derſelben verdichten, iſt für die Haushaltung der Natur von der äußerſten Wichtigkeit.

Da das Meerwaſſer, ebenfalls wegen des in ihm enthaltenen Salzes, einen merklich größeren Grad der Kälte, als das ſüße, ohne zu gefrieren erlangen kann, und da es, ſo lange es erkaltet, immer noch fortfährt ſich zu verdichten; ſo hört die innere Bewegung deſſelben, ſo lange es nur noch flüſſig bleibt, niemals auf. Die an der Luft erkälteten und dadurch verdichteten Theilchen von der Oberfläche des Waſſers ſinken herab, und ſtatt ihrer ſteigen wärmere wieder hinauf, um ebenfalls ihren Wärmeſtoff an die kältere Luft abzutreten: dadurch erhält dieſe einen weit größern Zuwachs an Wärme, als ſie von ſüßem eben ſo warmem Waſſer erhalten könnte, und kommt alſo viel wärmer und milder an das feſte Land, als ſonſt möglich wäre.

Man denke ſich, um ſich von dem großen Vorrathe von Wärme, den eine kalte Luft von dem ſalzigen Meerwaſſer erhält, einen beſtimmten Begriff zu machen, beide Arten von Waſſer bei einer Wärme von 4 Grad über den Gefrierpunkt des achtzigtheiligen Queckſilberthermometers, und über ihren Oberflächen eine Luft, die bis über den Gefrierpunkt erkältet iſt. Das ſüße Waſſer hört nun auf verdichtet zu werden, die innere Bewegung ſtockt, an ſeiner Oberfläche bildet ſich Eis, und es theilt nun der Luft keine Wärme weiter mit. Das Meerwaſſer hingegen verdichtet ſich noch immerfort, ſeine innere Bewegung hält an, und es kann nicht eher Eis in demſelben entſtehen, bis ſeine ganze Maſſe nicht nur die 4 Grad Wärme über den Gefrierpunkt, die es in ſich enthält, ſondern noch weit mehr als dieſe verlohren hat, weil das Salzwaſſer einen viel höheren Grad der Kälte ertragen kann, als das ſüße, ehe es zu Eis wird. Schon jene 4 Grad Wärme aber, die das Meerwaſſer vor dem Gefrieren aus ſeiner ganzen Maſſe abgeben mußte, wenn es auch bei gleicher Kälte mit dem ſüßen Waſſer ſchon gefröre, würden hinreichend ſeyn, eine über das ganze Meer verbreitete Eisdecke zu ſchlagen, deren Dicke faſt $\frac{2}{37}$ der Seetiefe betrüge. In der Nordſee alſo z. B. wo man unter 67° der Breite das Meer 4680 Fuß tief gefunden hat, würde es, ehe es von 4 Grad nur bis zum Gefriepunkt des ſüßen Waſſers erkältet würde, ſo viel Wärme verlieren, als zur Schmelzung einer 265 Fuß dicken Eisdecke nöthig ſeyn würde. Erwägt man nun noch außerdem, daß eine gleiche Menge von freien Wärmſtoff in der Luft einen viel höheren Grad von Wärme her-

vorbringt, als in einer gleichen Menge von Waſſer, ſo daß ein Grad Wärme, der aus dem Waſſer in die Luft übergeht, im Stande iſt, eine Luftſchicht deren Höhe vier und vierzig mahl ſo viel als die Tiefe des Waſſers beträgt, um zehn Grad zu erwärmen und, daß ſich endlich bei der Bildung des Eiſes ſogar eine hinlängliche Wärme entwickelt, um eine darüber liegende 2220 mahl ſo dicke Luftſchicht von dem Eispunkte bis auf 12 Grad oder bis zum mittleren Wärmgrade des nördlichen Deutſchlands zu erwärmen; ſo kann man hieraus beurtheilen, wie wirkſam das Waſſer des Weltmeers iſt, um die kalten von den Angelpunkten her wehenden Winde zu mildern, und um wie viel kälter z. B. ohne die Salzigkeit des Meeres die Nordwinde in dem größten Theil von Europa ſeyn würden.

Eben ſo wohlthätig aber wirkt auch die Salzigkeit des Meeres zur Verminderung der Hitze unter der Mittellinie. Denn da beim Erkalten des Salzwaſſers unter höheren Breitengraden die innere Bewegung noch weit unter dem Gefrierpunkte des ſüßen Waſſers fortdauert; ſo ſinken daſelbſt die durch unmittelbare Berührung der kalten Winde an der Oberfläche erkälteten Theile immerfort zum Boden des Meeres hinab. Weil nun durch die von der Kälte herrührende Verdichtung dieſes Waſſer in kälteren Gegenden ſchwerer iſt, als in wärmeren; ſo drängt es ſich dort nach den wärmeren Erdſtrichen und bringt in dem untern Theile des Meeres eine Strömung von den Angelpunkten gegen die Mittellinie hervor, wodurch das wärmere Waſſer in der Nähe der letzten immerfort abgekühlt wird. Daß ein ſolcher kälterer Strom des Meerwaſſers in der Tiefe wirklich Statt findet, wird auch durch Erfahrungen beſtätigt. Man hat unter 67° Breite, wo man die mittlere Wärme gegen 4 Grad ſchätzen kann, den 20ſten Juni, wo die Luft 7 Grad Wärme hatte, die Wärme des Meeres in einer Tiefe von 4680 Fuß faſt 3 Grad unter dem Gefrierpunkt gefunden. Eben ſo fand man unter 69° Breite, den 31ſten Auguſt bei einer Wärme von mehr als 12 Graden in der Luft, in einer Tiefe von 4038 Fuß des Meerwaſſers bis auf den Gefrierpunkt kalt. Zwiſchen den Wendekreiſen, wo ſich die Wärme der Luft während des Jahres kaum über einen Grad ändert, findet man an der Oberfläche des Meeres gewöhnlich eine Wärme von 23, in einer Tiefe von 3600 Fuß aber von etwa 9 Grad. Dieſe Kälte in der Meerestiefe des heißen Erdſtrichs ſcheint ſich nun aus den kalten Strömen, die von den Gegenden der Angelpunkte hinabdringen, erklären zu laſſen. Die Nützlichkeit dieſer Ströme zur Milderung der großen Hitze in dieſen Gegenden fällt daher in die Augen, und ſie müſſen, da ſie durch die ungleiche Schwere des Seewaſſers bei verſchiedenen Graden der Wärme entſtehn, eine deſto größere Geſchwindigkeit

annahmen, je mehr die Schwere der Theilchen durch ungleiche Wärme verändert wird. Sie muß alſo im ſalzigen Waſſer viel größer als in ſüßem ſeyn, und die Abkühlung des Meers wird alſo, eben ſo wie die Erwärmung der kälteren darüber hinſtrömenden Luft, viel wirkſamer durch ſalziges als durch ſüßes Waſſer erreicht.

Woher aber dieſe ſo wohlthätige Salzigkeit des Meerwaſſers? Dieſe Frage iſt von den Naturforſchern häufig aufgeworfen, und auf mancherlei Art beantwortet worden. So bald indeſſen das Meer einmahl ſalzig iſt; ſo liegt wenigſtens darin nichts Wunderbares, daß es dieſe Salzigkeit immerwährend erhält; denn bei dem Ausdünſten trennt ſich eben ſo, wie beim Gefrieren, das Salz von dem Waſſer, und die Dünſte über dem Weltmeer ſind eben ſo ſalzlos, wie die Dünſte über ſüßen Waſſer. Da alſo das Salz immerfort in dem Meere zurückbleibt; ſo muß auch das neue aus Strömen und Flüſſen ihm zugeführte Waſſer dadurch geſalzen werden, weil dieſes ſüße Waſſer nur das ebenfalls ſüße Waſſer, erſetzt, welches das Meer durch Ausdünſtung verloren hat. Die Unterſuchung aber, woher eigentlich das Meerwaſſer zuerſt ſein Salz erhalten habe, gehört in die Fragen über die Schöpfung oder Ausbildung unſerer Erde. Wenn man indeſſen zugiebt, daß das Waſſer einſt die höchſten Berge bedeckte, und daß ſich dieſelben in dem Schooße deſſelben gebildet haben; ſo befanden ſich auch die in der ganzen Maſſe der Erdkugel befindlichen Salztheile in demſelben, und mußten alſo nothwendig aufgelöſet und dem großen Weltmeer mitgetheilt werden.

Die gewöhnliche Farbe des Meerwaſſers iſt dunkelblau, beſonders in offener See, wo die Tiefe am größten iſt: näher dem Lande iſt ſie heller; durch den Wiederſchein des reinen blauen Himmels wird ſie ein ſchönes Grün. In einem Glaſe iſt das Seewaſſer Farbenlos. Nahe am Lande erſcheint das Meerwaſſer grün: in einigen Gegenden zeigt es ſich grau, oder ſchwarz und trübe, oder weiß, oder röthlich. In dem Meere der antilliſchen und Bahama-Inſeln iſt das Waſſer ſo klar und durchſichtig, daß man auf dem Boden die Seepflanze, Staudenthiere, Muſcheln, Schnecken und Fiſche wahrnimmt, und über einer bunten Wieſe in der Luft zu hängen glaubt.

Zuweilen leuchtet das Meer bei Nacht auf ſeiner ganzen Oberfläche, ſo weit das Auge reicht, und wird ſelbſt in ſeinem Innern ſo erhellt, daß man die Fiſche als glänzende Körper darin erſcheinen ſieht. Dieſe Erſcheinung rührt theils von allerlei phosphoreſcirenden Meerwürmern verſchiedener Arten her; theils entſpringt ſie vielleicht zuweilen von faulenden thieriſchen Körpern im Meer; theils iſt ſie wahrſcheinlich zuweilen elektriſchen

Urſprungs; theils kann ſie in kalten Gegenden zuweilen von den im Meere ſich bildenden Eiskryſtallen, wenn dieſe durch Kähne und Ruder bewegt werden, entſtehn.

Auf dieſe verſchiedenen Urſachen muß man Rückſicht nehmen, um das Leuchten des Meeres in einem gegebenen Falle richtig zu erklären. Das Meer in dem Canale zu Moſambik iſt äußerſt unruhig: in einer ſehr ſtürmiſchen Nacht ſchien die See daſelbſt ganz feurig, jede Welle ein Phosphor. Zuweilen mögen mehrere dieſer Urſachen zuſammenſtoßen, und die Wirkung verſtärken.

2. Ebbe und Fluth.

Eine ſehr merkwürdige Naturbegebenheit, deren wahre Urſache erſt in den neuern Zeiten entdeckt wurde, iſt das täglich zweimal abwechſelnde Steigen und Fallen des Meeres, wovon jenes die Fluth, dieſes die Ebbe heißt. Folgende Haupt-Erſcheinungen derſelben werden zugleich auf die Erklärung vorbereiten.

Die Zeit, welche zwiſchen zwei nächſten Fluthen verfließt, beträgt 24 Stunden 25 Minuten. Dieſes iſt die Hälfte der mittlern Zeit, in welcher der Mond ſeinen ſcheinbaren Umlauf am Himmel vollendet. Ferner ereignet ſich die Fluth allemal einige Stunden nachher, nachdem der Mond durch den Mittagskreis eines Ortes oberhalb oder unterhalb des Geſichtskreiſes gegangen iſt, an dem offenen Weltmeer beträgt dieſe Zwiſchenzeit etwa drittehalb Stunde. Auch tritt die volle See (der höchſte Stand des Waſſers) an den öſtlichen Küſten früher, als an den weſtlichen ein, ſo wie der Mond von Morgen gegen Abend durch die verſchiedenen Mittagskreiſe geht, und unter einerlei Mittagskreiſen zeigt ſich die Fluth zu gleichen Zeiten. Die Fluthen erfolgen endlich deſto ſtärker und ſchneller, je näher der Mond dem Scheitelpunkt eines Ortes kommt, ſie ſind daher, da ſich der Mond nur um etwa 28 Grad von der Mittellinie entfernt, in dem heißen Erdſtriche am merklichſten, und über 65° der Breite hinaus ſind Ebbe und Fluth kaum noch zu ſpüren. Alle dieſe Umſtände geben den Zuſammenhang des Meeres mit dem Laufe des Mondes zu erkennen, welcher in der That dieſe Bewegung verurſacht.

Es ſey nämlich (Fig. 17.) A B C D die Erde, welche wir uns ganz mit Waſſer umfloſſen vorſtellen wollen. Ohne die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Achſe, und ohne den Mond, würde ſich das Waſſer, weil es allenthalben durch die Schwere gleich ſtark gegen den Mittelpunkt der Erde getrieben würde, genau in Kugelgeſtalt rund um die Erde ſetzen. Nun ſtelle man den Mond in L. Die allgemeine Schwere der Weltkörper

verurſacht, daß ſich Mond und Erde einander zu nähern ſuchen, obgleich die Schwungkraft des Mondes ihr Zuſammentreffen hindert. In Abſicht auf den veſten Kern der Erde iſt es ſo gut, als wenn nur der Mittelpunkt angezogen würde. Die dem Monde nähern Theile werden, der Natur der Schwerkraft gemäß, ſtärker, die entferntern ſchwächer angezogen: daraus entſpringt eine mittlere Größe der anziehenden Kraft des Mondes, mit welcher die ganze Erde, oder hier nur noch ihr veſter Theil in ihrem Mittelpunkt nach dem Monde getrieben wird. Das Waſſer bei B, zunächſt unter dem Monde, wird am ſtärkſten nach dem Monde hingezogen: dadurch wird ſeine Schwere gegen den Mittelpunkt der Erde vermindert. Das Waſſer zwiſchen B und A, ſo wie das zwiſchen B und C wird wegen der größern Entfernung weniger vom Monde angezogen, als das bei B; zugleich iſt auch die Richtung des Zuges hier der Richtung der Schwere nach dem Mittelpunkte der Erde weniger entgegengeſetzt: folglich wird bei A und C die Schwere des Waſſers gegen die Erde weniger vermindert. Das Waſſer bei A und C wird etwa eben ſo ſtark angezogen, als der Mittelpunkt der Erde, und ſeine Schwere gegen dieſelbe wird wegen der Richtung des Zuges noch ein ganz weniges vermehrt. Alſo iſt das Waſſer bei A und C ſchwerer, als das bei B, es zwingt dieſes daher in die Höhe zu ſteigen, um durch die größere Maſſe, bei einer größern Höhe des Waſſers über den Kern der Erde die verminderte Schwere zu erſetzen, wodurch folglich das Waſſer bei A und C fällt: das heißt, es iſt bei A und C Ebbe, bei B Fluth, und das Waſſer ſteigt, nach Maaßgabe der bei B verringerten Schwere, von A und von C nach B.

Schwerer ſcheint es zu begreifen, daß auf der dem Monde entgegengeſetzten Seite bei D eben ſo gut Fluth iſt, wie bei B. Das Waſſer bei D aber wird, wegen ſeiner größern Entfernung vom Monde, ſchwächer von ihm angezogen, als die ganze Erde in ihrem Mittelpnnkte. Der Mond ſucht alſo den veſten Kern der Erde von dem Waſſer dort abzuziehn. Nun iſt zwar der Zuſammenhang des Waſſers bei D mit dem veſten Erdkörper zu groß, als daß der Mond beide trennen könnte; allein die Stärke des Zuſammenhangs, oder die Schwere des Waſſers gegen die Erde, wird dadurch vermindert, welches eben denſelben Erfolg hat, als wenn das Waſſer in D von der Erde abwärts gezogen würde. Iſt nun das Waſſer bei D weniger ſchwer, als das bei A und C, ſo muß jenes ſo hoch ſteigen, und dieſes ſo weit ſinken, bis die größere Höhe der Waſſerſäule dort die geringere Schwere erſetzt: das heißt, es iſt in D Fluth, da bei A und C Ebbe iſt.

So verwandelt ſich alſo durch die Wirkung des Mondes die Waſſerkugel A B C D

in einen langrunden Körper a b c d, deſſen große Achſe D B nach dem Monde gekehrt iſt, ſo daß alſo die Fluth gerade zu der Zeit eintreffen müßte, wenn der Mond durch den Mittagskreis eines Ortes geht, es ſey nun über oder unter dem Geſichtskreiſe deſſelben. Die aus dem Meere hervorragenden feſten Theile der Erde hindern das ruhige Waſſer nicht, eben dieſelbe Geſtalt anzunehmen, welche es haben würde, wenn die Erde ganz mit Waſſer bedeckt wäre, oder ganz aus Waſſer beſtände. Allein die Erde hat zugleich eine Bewegung um ihre Achſe. Sie dreht ſich nach der Ordnung der Buchſtaben a b c d herum, wobei wir uns die Figur a b c d als die Mittellinie denken wollen. Je näher eine Stelle des Oceans dem Punkte B unter dem Monde kommt, deſto mehr ſtrömt von allen Seiten das Waſſer dahin. Die Bewegung des Waſſers nach dieſer Stelle dauert noch eine Zeitlang fort, wenn der Ort ſchon unter dem Monde durchgegangen iſt, weil jeder Körper die einmahl empfangene Bewegung beizubehalten ſucht. Ferner, das geſtiegene Waſſer bei b muß, wenn es nach c kömmt, wieder gefallen ſeyn, es fließt alſo auf dem Wege von b nach c, zurück nach b, wodurch ein beſtändiger Strom gegen b hin entſteht. Das bei b erhobene Waſſer begegnet dieſem Strome. Dadurch entſteht eine Stauung, und die größte Waſſerhöhe iſt nicht mehr in b, ſondern weiter zurück nach c zu. Eben ſo rückt auf der andern Seite bei D der höchſte Theil des Waſſers nach a hin, und der niedrigſte Waſſerſtand rückt auch vorwärts — Oder man laſſe die Erde ſich nicht um ihre Achſe drehen, ſondern dafür den Mond in 24 Stunden 50 Minuten um ſie herumlaufen; ſo wird er zwar auf das Waſſer gerade unter ihm am ſtärkſten wirken, aber er wird es auch noch zu erheben fortfahren, wenn er ſchon über den Mittagskreis hinaus iſt, bis daß es, wegen der ſtärkern Erhebung an einer andern Stelle, wieder zu fallen anfängt. So ereignet ſich ja auch die größte Hitze nicht um Mittag, obgleich die Sonne alsdann am höchſten ſteht, und am ſtärkſten wirkt; ſondern zwei bis drei Stunden nachher. Eben ſo verhält es ſich ja auch mit der Zeit der größten Sommerhitze und der ſtärkſten Winterkälte.

Das Meer hat bei der Ebbe und Fluth nicht bloß eine waagerechte Bewegung an der Oberfläche, ſondern auch eine ſenkrechtſteigende und ſinkende, wodurch es ſich, wie Waſſer, das in einer zweiſchenkeligen Röhre geſchüttelt wird, auf und nieder ſchwingt. Dieſe Bewegung ſtört die Ruhe in den tiefern Gegenden des Meeres auf eine vortheilhafte Weiſe; ſie kann auch vielleicht zur Erklärung einiger beſondern Strömungen dienen.

Die Fluthen ſind, bei ſonſt gleichen Umſtänden, am ſtärkſten, wenn der Mond

der Erde am nächſten, und am ſchwächſten, wenn er von ihr am weitſten entfernt iſt, weil die Wirkung zweier Weltkörper gegen einander mit ihrer größern Annäherung allemal zunehmen muß. Dieſe Urſache bewirkt ſehr merkliche Ungleichheiten in der Größe der Fluthen, da die Entfernungen des Mondes von der Erde ſo von einander abweichen, daß ſich der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes dadurch um viertehalb Minuten ändern kann.

Die Sonne wirkt auf das Waſſer eben ſo wie der Mond, nur wegen der gewaltigen Entfernung ſchwächer, aber wegen ihrer großen Maſſe dennoch ſehr merklich, ſo daß man ihre Wirkung auf einen Drittheil von der Wirkung des Mondes ſchätzen kann. Durch die vereinte Wirkung der Sonne und des Mondes entſteht außer der bisher betrachteten täglichen Periode der Fluth noch eine zweite monatliche. Wenn ſich nämlich Sonne und Mond zugleich in dem Mittagskreiſe eines Ortes befinden, zur Zeit des Vollmondes und Neumondes, ſo verſtärken ſie jeder die Wirkung des andern am meiſten. Sind ſie aber um 90 Grad von einander entfernt, in den beiden Mondesviertheilen, ſo verringern ſie gegenſeitig ihre Wirkungen am ſtärkſten. Die größten Fluthen, oder die Springfluthen, ereignen ſich indeſſen nicht genau um die Zeit der Vollmonde und Neumonde, ſondern erſt am zweiten oder dritten Tage nachher. Eben ſo kommen die kleinſten oder todten Fluthen erſt einige Zeit nach den Viertheilen. Die Urſach davon iſt dieſelbe, die ſo eben bei einem ähnlichen Falle angegeben iſt, nämlich die Trägheit des Waſſers, welche der durch die Anziehung jener beiden Weltkörper verurſachten Bewegung in ihrer Fortpflanzung einigen Widerſtand entgegenſetzt, ſo daß die höchſte Wirkung ſich erſt einige Zeit nachher zeigt, wenn die Urſache ſich ſchon entfernt. Wegen dieſer Trägheit wird die ſenkrechte ſchwingende Bewegung des Waſſers durch die fortdauernde vereinte, obgleich abnehmende Wirkung des Mondes und der Sonne, verſtärkt.

In dem freien Meere ſteigt das Waſſer gewöhnlich nur etwa 3 Fuß hoch von dem niedrigſten Stande bis zu dem höchſten. In einigen Meeren, beſonders in eingeſchränkten, und in den Meerbuſen, ſteigt die Fluth beträchtlich viel höher: an den ſpaniſchen Küſten des atlantiſchen Meeres 10 bis 15; an den franzöſiſchen 15 bis 20; an der nördlichen Küſte von Bretagne 25 bis 30; und bei St. Malo ſogar 45 auch wohl 50 Fuß in den Springfluthen; an der Küſte der Piccardie 15 bis 18; an den flandriſchen 18; an den holländiſchen außerhalb des Texels 20 Fuß. Die Fluth, die durch den Kanal und um Schottland herum ſich begegnet, häuft in dieſer Gegend das Waſſer ſehr an.

An der Oſtküſte von Nordamerika ſind die Fluthen nicht hoch. Die Fluth in der Mündung des Amazonenſtroms iſt um den Neu- und Vollmond fürchterlich. Sie erreicht um dieſe Zeit in ein Paar Minuten ihre ganze Höhe. Waſſerberge 12 oder 15 Fuß hoch, wälzen ſich nahe hintereinander her mit betäubendem Getöſe in den Fluß, nehmen ſeine ganze Breite ein, und bringen bis auf 200 Meilen vom Meere noch merkliche Wellen hervor.

In Breſt hat man durch viele Beobachtungen gefunden, daß die mittlere Höhe der Fluth über dem niedrigſten Waſſerſtande im Vollmonde oder Neumonde 18 Fuß 3 Zoll, in den beiden Viertheilen des Mondes 8 Fuß 3 Zoll beträgt. In eben dieſem Hafen hat man die großen Fluthen, wenn der Mond in der Erdnähe iſt, 20 Fuß 9 Zoll, und wenn die Sonne zugleich in der Erdnähe iſt, noch um 1 Zoll höher gefunden.

Die **Zeit der höchſten Fluth** richtet ſich zwar überhaupt nach dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis, weil nach jedem Mondenmonate die Verſpätung der Fluth in Abſicht auf die Tageszeit, zufällige Abänderungen nicht gerechnet, auf gleiche Art wiederkommt; aber die Lage der Küſten und die Bewegungen der Meere beſtimmen die Zeit, zu welcher ſich die höchſte Fluth nach dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis ereignet. Auf der Inſel St. Helena ereignet ſich die Fluth $2\frac{1}{4}$ Stunden ſpäter, als der Durchgang des Mondes: am Vorgebirge der guten Hoffnung $2\frac{1}{2}$ Stunde; an der Oſtküſte von Madagaskar 1 Stunde 20′; an der Küſte von Gascogne und Guiene 3 Stunden 35′; in dem Hafen von St. Malo 6 Stunden; an der Mündung der Seine 9 Stunden; bei Dünkirchen und Oſtende 12 Stunden. Das Waſſer bedarf Zeit, um den Kanal zu durchſtreichen: das von Norden her entgegenſtrömende Waſſer verlängert die Zeit des Steigens. Doch kommt es bei der Verſpätung der Fluthen nicht bloß auf örtliche Umſtände, ſondern auch auf den Stand der Sonne gegen den Mond an. Beide wirken in jedem Monate nur zweimal, im Neumonde und Vollmonde, mit einander vereint: außer dieſen Zeitpunkten hängt der Augenblick der vollen See weder vom Monde noch von der Sonne allein, ſondern von einem zwiſchen beiden Geſtirnen liegenden Punkte ab. Wenn der Mond von einem Neu- oder Vollmonde zum erſten oder dritten Viertheil übergeht, ſo fällt dieſer Punkt mehr abendwärts als der Mond, geht alſo früher durch den Mittagskreis und beſchleunigt den Augenblick der Fluth: geht der Mond hingegen vom erſten oder dritten Viertel zum Voll- oder Neumonde, ſo fällt jener Punkt morgenwärts vom Monde, geht ſpäter als der Mond durch den Mittagskreis und verzögert alſo den Eintritt der Fluth in Rückſicht auf den Durchgang des Mondes.

Die zwei nächſten Fluthen können von ſehr ungleicher Höhe ſeyn. Der höchſte Waſſerſtand richtet ſich ſowohl nach dem Monde ſelbſt, als nach dem am Himmel ihm entgegengeſetzten Punkte. Kommt der Mond dem Scheitelpunkte ziemlich nahe, ſo wird die Fluth beträchtlich; iſt alsdann aber nach 12 Stunden 25 Minuten der entgegengeſetzte Punkt deſto weiter davon entfernt, ſo wird die Fluth geringer, oder kann ſich ſogar in niedriges Waſſer verwandeln, ſo daß ein ſolcher Ort alsdann nur einmal in 24 Stunden Ebbe und Fluth hat. Auch kann eine ſolche Abweichung von der Regel aus andern Urſachen entſtehen. Ueberhaupt gehören die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth, wegen der mancherlei Urſachen, die dabei zuſammentreffen, unter die verwickeltſten Aufgaben in der Naturlehre. Nicht bloß der mannichfaltige Stand des Mondes und der Sonne gegen die Erde überhaupt, gegen einzelne Punkte der Erdfläche, und gegen einander, ſo wie die Richtung und die Geſchwindigkeit ihrer Bewegungen erregen hier große Schwierigkeiten, die ſich nur durch die feinſten Kunſtgriffe und die mühſamſten Anwendungen der höhern Rechenkunſt haben überwinden laſſen; ſondern die Schwingungen des Weltmeers werden auch durch die Unregelmäßigkeit ſeiner Tiefe, durch die Lage und den Abhang der Ufer, durch ihre Verhältniſſe zu den benachbarten Küſten, durch die Reibungen der Gewäſſer am Meeresgrunde, und durch den davon erlittenen Widerſtand ſo mannichfaltig abgeändert, daß man aus den Beobachtungen erſt die von den örtlichen Umſtänden herrührenden Beſtimmungsſtücke kennen lernen muß, um die aus der Sternkunde und Bewegungslehre hergeleiteten Geſetze der Ebbe und Fluth auf jeden Hafen anzuwenden.

In kleinen Meeren, z. B. der Oſtſee, dem ſchwarzen, dem kaspiſchen Meere, verſpürt man keine Ebbe und Fluth. Wenn das Waſſer an einem Orte ſteigen ſoll, ſo muß es an einem andern Orte fallen; allein auf ſo kleinen Meeren erfahren alle Theile ohngefähr gleiche Wirkung von dem Monde. Es läßt ſich erweiſen, daß ſich die völlige Ebbe und Fluth in einem eingeſchloſſenen Meere zu der im offnen Meere erfolgenden, wie die Länge des eingeſchloſſenen Meeres von Morgen gegen Abend zum Halbmeſſer der Erde verhalten muß; und ſchon darum darf man ſich über die Unmerklichkeit der Fluth in der Oſtſee oder im kaspiſchen Meere gar nicht wundern. Außerdem liegen dieſe Meere nicht zwiſchen den Wendekreiſen, ſondern von denſelben ziemlich entfernt; die Wirkung der Sonne und des Mondes aber muß mit dem Anwachs der Breite immer geringer werden. Wenn man ſich in Fig. 17. unter dem Kreiſe ABCD nicht einen Breitenkreis, ſondern einen Mittagskreis denkt, der ſeine Angelpunkte in A und C hätte, ſo ſieht man bald, daß unter

den Angelpunkten gar keine Ebbe und Fluth ſtatt finden könnte, wie der Mond ſich ſtets in der Mittellinie bewegte, und daß ſie überhaupt deſto geringer ſeyn muß, je weiter der Mond von dem Scheitelpunkte eines Orts bei dem Durchgange durch deſſen Mittagskreis entfernt bleibt. Da nun die Oſtſee etwa 54 Grad in ihren mittäglichſten Punkten und das von Morgen gegen Abend noch ſchmalere und von andern Meeren völlig getrennte kaspiſche Meer doch gegen 40 Grad von der Mittellinie entfernt iſt, ſo daß Mond und Sonne nie in deſſen Scheitelpunkt kommen können, ſo darf man auch in beiden nicht viel von Ebbe und Fluth erwarten. Auf dem mittelländiſchen Meere ſpürt man an den meiſten Ufern ebenfalls keine regelmäßige Ebbe und Fluth: Winde und ein merklicher Meerſtrom ſtören ihre Erſcheinungen, die man ſonſt mehr bemerken müßte, da es eine ziemliche Ausdehnung vom Morgen gegen Abend hat und ſich bis gegen den dreißigſten Grad der Breite erſtreckt, ſo daß der Mond zuweilen ſehr nahe ſenkrecht darüber fortgeht. Aus einer großen Menge von Beobachtungen zu Toulon ergiebt ſich indeſſen, daß das Meer dort bei ſtillem Wetter 3 bis 3½ Stunde nach dem Durchgange des Mondes um einen Fuß hoch ſteigt: zu Venedig beläuft ſich die mittlere Höhe der Fluth über 2 Fuß, und ſie ereignet ſich daſelbſt 10½ Stunde nach dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis.

3. Andere Bewegungen des Meers.

Außer der Ebbe und Fluth haben die Gewäſſer des Meers zwiſchen den Wendekreiſen eine zweite nicht minder regelmäßige, aber in ihrer Richtung nicht, wie bei jenen Erſcheinungen, abwechſelnde, ſondern fortdauernde Bewegung von Morgen gegen Abend. Die Schiffer benutzen dieſelben, ſowohl wenn ſie von Europa nach Amerika fahren, wo ſie bis zur Breite der kanariſchen Inſeln in der Nähe des nördlichen Wendekreiſes herabſteigen, um in dieſe Strömung zu gelangen, als auch wenn ſie von Mexiko nach den philippiniſchen Inſeln fahren, wo ſie ſich aus dem Erdſtriche zwiſchen beiden Wendekreiſen nicht entfernen, um in beiden Fällen durch dieſe Strömung des Meeres auf ihrer Farth gegen Weſten unterſtützt zu werden.

Die Haupturſache dieſer Bewegung im Meere iſt außer der Einwirkung der Sonne und des Mondes, die bei ihrem täglichen Fortgange in der Nähe der Mittellinie die dortige Maſſe des Meers von dieſer Seite nach ſich ziehn, und außer dem in dieſer Gegend beſtändig wehenden Morgenwinde, die Umdrehung des Erdkörpers um ſeine Achſe; denn

da er ſich ununterbrochen mit groſſer und gegen die Mittellinie immer zunehmenden Geſchwindigkeit von Abend gegen Morgen dreht; ſo theilt ſich dieſe Bewegung auch allem mit, was ſich auf ſeiner Oberfläche befindet; da indeſſen die Gewäſſer nicht ſo viel an Maſſe betragen, als der feſte Theil des Erdkörpers, und weniger ſchwer ſind; ſo können ſie ſich nicht eben ſo ſchnell bewegen, und ihr Zurückbleiben in der Bewegung von Abend gegen Morgen wird eben dieſelben Erſcheinungen hervorbringen, als wenn ſie eine eigenthümliche Bewegung in der entgegengeſetzten Richtung von Morgen gegen Abend hätten. Je weiter man ſich von der Mittellinie entfernt, deſto geringer iſt die Schwungbewegung der Erde, und deſto unmerklicher muß alſo der Unterſchied zwiſchen der Bewegung der Erde und des Waſſers werden; ſo daß er ſich durch entgegengeſetzte Bewegungen, vorzüglich da die beiden mitwirkenden Urſachen dieſer Strömung, die Nähe der Sonne oder des Mondes nebſt dem beſtändigen Oſtwinde, nur zwiſchen den Wendekreiſen wirkſam ſind, durch ſeine weſtwärts gehende Strömung ſehr leicht wird aufheben laſſen. Und dieſe entgegengeſetzten Bewegungen finden in andern Weltgegenden wirklich Statt. Das Meer, welches zwiſchen den Wendekreiſen am ſtärkſten von der alten Welt nach den amerikaniſchen Küſten getrieben wird, muß ſich an denſelben brechen, und ſich in dem nördlichen gemäßigten Erdgürtel von Südweſt nach Nordoſt, und in dem ſüdlichen von Nordweſt nach Südoſt ziehn. Daher findet man in der nördlichen Halbkugel eine Strömung aus dem mericaniſchen Meerbuſen über die bermudiſchen Inſeln nach Irland und Norwegen, zu weshalb auch die Schiffer, wenn ſie von den antilliſchen Inſeln nach Europa zurückkehren wollen, erſt nordwärts hinaufſegeln, um dieſe Strömung zu erreichen; in der ſüdlichen geht ſie von Braſilien her, bei dem Vorgebirge der guten Hoffnung vorbei, nach dem indiſchen Meere. Die nördliche Strömung bricht ſich wieder an den norwegiſchen Küſten, und geht im kalten Erdſtriche von Oſten nach Weſten gegen die öſtliche Küſte von Grönland. Die ſüdliche Strömung bricht ſich auf eine ähnliche Art an der Weſtküſte von Neuholland, und verwandelt ſich im kalten ſüdlichen Erdſtriche in eine von Oſten nach Weſten gehende Strömung, die man auch jenſeits des Feuerlandes beim Vorgebirge Horn, ſo wie beim Staatenlande und den Neujahrsinſeln wirklich beobachtet hat. Im großen Weltmeer zwiſchen der weſtlich-amerikaniſchen und der aſiatiſchen Küſte finden ſich ähnliche Strömungen; das Waſſer deſſelben, welches zwiſchen den Wendekreiſen gegen China, Neuholland und die molukkiſchen Inſeln getrieben wird, bricht ſich ebenfalls an den Oſtküſten dieſer Länder, geht daher in den gemäßigtern Erdgürteln nach Weſten und die

Schiffer, die von den philippiniſchen Inſeln nach Amerika fahren, ſind deshalb genöthigt erſt den vierzigſten Grad der Breite zu gewinnen, um neben Kalifornien hernach wieder ſüdwärts zu gehen: und eben ſo wird das Meer auch in den kalten Gegenden, ſobald es Widerſtand darin antrifft, zum zweitenmal nach Oſten zu gebrochen.

Endlich giebt es noch eine dritte regelmäßige Bewegung des Meeres von den Angelpunkten zu gegen die Mittellinie. Schon oben haben wir den Grund davon kennen gelernt, wodurch dieſe Strömung in der Tiefe des Meeres veranlaßt wird, weil nämlich das an der Oberfläche erkältete Waſſer in den nördlichen und ſüdlichen Erdſtrichen verdichtet wird, und beim Hinabſinken das leichtere wärmere Waſſer aus der Stelle drängt. Es giebt aber auch noch eine andere Urſache, weshalb ſich das ganze Gewäſſer des Weltmeers in dieſer Richtung bewegt. Dies iſt die unter der Mittellinie zu allen Seiten ſtarke Ausdünſtung, die theils von der großen Hitze daſelbſt, theils von der ſtarken weſtlichen Strömung des Meeres daſelbſt herrührt: durch dieſen Verluſt verlieren die Meere dieſer Gegend immerfort an Höhe und Gewicht, und das Waſſer derſelben kann nur dadurch wieder ins Gleichgewicht mit den kältern Meeren kommen, daß ihm dieſe ununterbrochen etwas abgeben oder zu ihm hinſtrömen. In der Nähe der Angelpunkte hingegen iſt die Ausdünſtung während der Winterkälte äußerſt geringe: der lange anhaltende Fall von einer ungeheuern Menge Schnee, der im Sommer ſchmilzt und in ſtarken Strömen ins Meer fließt, erſetzt dann den geringen Verluſt der langſamen nach der Linie gehenden Strömung.

Dieſe gegen die Mittellinie gerichtete Strömung des Meeres, zeigt ſich vorzüglich an den ungeheuren Eisſchollen, die im Sommer jeder Angelgegend vom Lande und vom ewigen Eiſe losbrechen, aber von den öſtlichen oder weſtlichen Winden nicht merklich gegen Oſten oder Weſten getrieben werden; ſondern langſam und majeſtätiſch nach der Mittellinie ſchwimmen. Wenn ſie in wärmere Meerſtriche kommen, ſo löſen ſie ſich daſelbſt allmählig auf, welches in der ſüdlichen Halbkugel wohl erſt unter dem acht und vierzigſten Grade der Breite geſchieht. Sie bekommen nämlich in ihren Unebenheiten, wo die vom Winde anprellenden Meereswogen ſtärker eindringen, ausgeſpülte Vertiefungen und zuletzt Riſſe, und die ganzen Maſſen zerberſten mit großem Knall und Geräuſch in mehrere Stücke. Dieſe gewaltigen Trümmer überwerfen ſich im Meereswaſſer ſo lange, bis ſie mit ihren veränderten Schwerpunkten wieder im Stande ſind, ruhig nach der Mittellinie fortzutreiben, bis ſie eben ſo aufs neue zerſtückt werden, und zuletzt völlig zerſchmelzen.

Daß dieſe ungeheuren Eismaſſen, die nicht ſelten über eine halbe deutſche Meile lang, und etwa eine Viertelmeile breit ſind, bloß durch eine Strömung des Meeres in Bewegung geſetzt und durch keinen Wind derſelben abgelenkt werden können, wird aus ihrer gewaltigen Dicke begreiflich. Sie ragen wohl hundert bis hundert und zwanzig Fuß hoch über die Meeresfläche hervor, und da ſie, wie man durch Verſuche beſtimmt hat, mit neun Zehntheilen ihrer Höhe unter dem Meerwaſſer bleiben; ſo muß ſich ihre Tiefe zuweilen über tauſend Fuß unterhalb der Meeresfläche; alſo wenigſtens dreißigmahl ſo weit hinab, als ſelbſt die Wirkung ſtarker Stürme erſtrecken, ſo daß dieſe in ihrer Bewegung nicht viel ändern können.

An manchen Gegenden der See giebt es beſondere Strömungen, wenn durch die Lage der Küſten, die Beſchaffenheit des Meerbodens, und durch gewiſſe Winde, die allgemeine Bewegung des Waſſers auf eine beſondere Weiſe beſtimmt wird. So geht z. B. bei Sumatra ein ſo heftiger Meerſtrom von Süden nach Norden, daß Malacka dadurch eine Halbinſel geworden zu ſeyn ſcheint. Andere Strömungen verändern ihre Richtung nach den Jahreszeiten: z. B. die in Oſten vom Vorgebirge der guten Hoffnung, bei Ceylon, und zwiſchen Malacka und Cochinchina.

Das Waſſer nimmt auch wohl in der Tiefe einen andern Lauf als an der Oberfläche, ſo wie man Wolken von verſchiedener Höhe in ungleichen Richtungen ziehen ſieht. Einen ſolchen Unterſtrom hat man in dem Oreſunde zwiſchen Dänemark und Schweden, desgleichen in der Meerenge bei Konſtantinopel beobachtet. Vermuthlich ſind auch in der Meerenge von Gibraltar zwei entgegengeſetzte Ströme über einander. Wenigſtens ſtrömt das atlantiſche Meer immerfort durch die Meerenge hinein; folglich muß das Waſſer entweder an den Seiten oder unten wieder abfließen. Das erſte will man bemerkt haben, wenn es anders nicht bloß das zur Seite gedrängte Waſſer iſt. Wenn das atlantiſche Meer bei der Straße an der allgemeinen Bewegung vom Morgen nach Abend noch Theil nimmt, ſo muß das Waſſer des mittelländiſchen Meeres, welches mit dem veſten Lande, gleichſam wie ein Gefäß von ihm eingeſchloſſen, einerlei Bewegung vom Abend gegen Morgen hat, ſtärker gegen das Waſſer des Weltmeers drücken, als es zurückgedrückt wird. Das untere Waſſer drückt ſtärker als das obere, und fließt alſo zur Meerenge hinaus; das obere aber ſinkt, und muß dem überherſtürzenden Waſſer des Weltmeers ausweichen. Vielleicht kommt indeſſen dieſer entgegengeſetzte Strom auch daher, weil das atlantiſche Meer weniger ſalzig iſt, als das mittelländiſche, jenes alſo um dieſem das Gleichgewicht zu halten höher ſtehen und daher beſtändig gegen die Meerenge hinabfließen muß,

wogegen das ſchwere Waſſer in der Tiefe des mittelländiſchen Meeres das leichtere, minder ſalzige des atlantiſchen aus ſeiner Stelle dringen, und daſelbſt eine der obern entgegengeſetzte Strömung verurſachen muß.

An einigen Stellen hat das Meer kreisförmige Bewegungen, Wirbel oder Meerſtrudel, welche dadurch entſtehen, wenn ein Seeſtrom durch Küſten, Inſeln und Klippen aufgehalten, angehäuft, gebrochen und getheilt wird. Die Charybdis in der Meerenge von Sicilien iſt oft ganz ruhig, und hält in ihren Bewegungen eine gewiſſe Ordnung. Etwas ähnliches gilt von den chalcidiſchen Wirbel zwiſchen Griechenland und Negroponte, wo die Ebbe und Fluth an 20 Tagen von den 29 jedes Mondenlaufs regelmäßig ſeyn, aber den 9ten bis zum 13ten ſo wie von 21 bis 27ten Tage jedes Monats alle 24 Stunden zwölf bis vierzehn mal abwechſeln ſoll. Der Maal- oder Moskößtrom an den norwegiſchen Küſten wird durch einige Inſeln, die in einem einſpringenden Winkel des feſten Landes hintereinander liegen, insbeſondere durch eine, zwiſchen zwei entfernten Inſeln liegende Klippe, die den Namen Moskö führet, verurſacht. Aehnliche auffallende Erſcheinungen findet man an andern Orten. Der große ſibiriſche See Baikal hat innere Aufwallungen bei ruhigen Wetter doch nur ſtellenweiſe. Zuweilen tobt er heftig bei mäßigem Winde, und bricht ſich bei einem Sturm nur ſchwach. Die Schwefelbauerei um ihn her, der von ihm her ausgeworfene Bergtheer und die warmen Quellen in ſeiner Nähe deuten auf unterirrdiſches Feuer. Vielleicht hat auch ſein Felſengrund mit Gebürgklüften gemeinſchaft, durch welche Winde auf ihn wirken.

Die Wellen des Meeres ſind pendelartige, fortſchreitende Schwingungen des Waſſers, oft gleichlaufend, und faſt unabſehbar lang, oft kurz und ſich durchkreuzend. Ihre Bewegung erſtreckt ſich nicht weit in die Tiefe, nach der Ausſage der Taucher, nicht au 15 Fuß unter der Oberfläche, weshalb die Perlenfiſcher auch unbedenklich untertauchen, wenn kein Schiff auszulaufen wagt. Der Zuſammenſtoß der von den Küſten zurückprallenden Wellen mit den vom Meere her ihnen begegnenden, macht die für Anlandende oder Schiffbrüchige ſo gefährlichen Brandungen aus. Wenn ſich mehrere Wellen über einander ſchieben, indem ſie über eine Untiefe getrieben werden, ſo breiten ſie ſich ſtark aus, und bilden eine Waſſerwand, 10 bis 12 Fuß hoch, brechen ſich darauf, und ſtürzen in ſich ſelbſt zuſammen. Solch eine für die Schiffe ſehr gefährliche Waſſerwand (Barre) giebt es an der Küſte von Senegal, in der Nähe von Liſſabon und an mehreren Orten.

4. Quellen und Flüſſe.

Wenn man die Menge von Waſſer bedenkt, welche dem Meere täglich durch die Flüſſe zugeführt wird; ſo möchte man es faſt unbegreiflich finden, woher alles dieſes Waſſer ſeinen Urſprung habe. Der Jordan ſoll in einer Stunde faſt 9, die Seine über 12, die Themſe 30½, der Po 420, die Wolga über 1000 Millionen Körperfuß Waſſer ins Meer führen.

Dieſer ungeheure Aufwand von Waſſer, der nach einer ohngefähren Berechnung in weniger als einem Jahrtauſend hinreichen würde, das ganze Weltmeer, wenn es ausgetrocknet wäre, wieder anzufüllen, wird größtentheils durch die wäſſerigen Dünſte der Luft erſetzt. Das Waſſer, welches innerhalb eines Jahres als Regen oder Schnee aus der Luft niederfällt, würde, wenn es ſich nicht verliefe oder verdünſtete, die Erdfläche ohngefähr 28 Zoll hoch bedecken. Nun ſtelle man ſich das anſehnliche Gebiet eines großen Fluſſes, das heißt, den ganzen Strich Landes vor, den er mit allen kleinen Flüſſen und Bächen, die ihm Waſſer zuführen, einnimmt: ſo hat man an dem in dieſem Striche niederfallenden Luftwaſſer ein großes Verſorgungsmittel, wenn auch gleich ein Theil davon wieder ausdünſtet, oder zur Ernährung der Pflanzen angewandt wird. Beſonders dienen die Berge, vorzüglich die hohen und die waldigen, dazu, die in der Luft ſchwebenden Dünſte anzuhalten, daß ſie ſich an ihnen verdicken, und in kleine Waſſervorräthe ſammeln, durch deren vielfache Vereinigung die Quellen der größten Flüſſe entſtehen. Wenn die Waſſerdünſte und Wolken elektriſirt ſind, ſo werden ſie von den nicht elektriſirten Bergen angezogen. Daher iſt auch der Unterſchied in der Menge des Regenwaſſers, welches auf Bergen und in Ebenen fällt, außerordentlich. In Garfagnana auf den friauliſchen Alpen z. B. fallen in einem Jahr gegen 100 Zoll Regenwaſſer, da in niedrigern Gegenden Italiens z. B. in Bologna, nur etwa 24 fallen. Von den durch ganz Italien ziehenden Bergketten rührt es her, daß die mittlere Menge des Regens in den niedrigen Gegenden längs des adriatiſchen Meerbuſens nur 26 Zoll, in ganz Italien aber im Durchſchnitt 42 Zoll beträgt. Die Menge, die auf den Gebirgen Abyſſiniens, auf den Cordilleren, auf den Gebirgen Gates u. ſ. w. herabfällt, überſteigt ohne Zweifel noch diejenige, welche in den friauliſchen Alpen aus der Luft herabkommt. Die unerſchöpflichen Vorräthe von ungeheueren Eis- und Schneemaſſen, die auf den Bergen, von denen große Flüſſe entſpringen, aufgethürmt liegen, können ſelbſt während des Winters ergiebig ſeyn, da es im Innern der Erde meh-

rere Höhlen giebt, wo es im Sommer friert und im Winter thauet. Auch die größern und kleinern Seen in denjenigen großen Gebirgen, welche die vorzüglichſten Waſſervertheilungspunkte auf der Erde ſind, dienen zu Vorrathsbehältern für die Flüſſe.

Dieſe unermeßlichen Waſſervorräthe kommen alle zuerſt als Dünſte in die Luftmaſſe. Das Seewaſſer verliert durch die Ausdünſtung innerhalb 12 Stunden ſeine ganze Oberfläche bis zu einer Dicke von $\frac{1}{10}$ Zoll. Welche Menge von Waſſer ſteigt alſo von dem ſo weit ausgedehnten Weltmeer, von den unzählbaren innländiſchen Seen und Flüſſen auf, und wird von den Winden gegen die Anhöhen der Berge hingetrieben!

Das Luftwaſſer, welches zur Ernährung der Pflanzen angewandt wird, dünſtet ebenfalls reichlich wieder auf. Auch die Thiere erfüllen die Luft mit wäſſrigen Dünſten. Die Auflöſungen organiſcher und ſelbſt mineraliſcher Körper geben Stoffe, woraus wäſſrige Dünſte zuſammengeſetzt werden.

Die Quellen entſtehen daher in Bergen und Ebenen auf ähnliche Art aus dem Luftwaſſer. Der Nebel, der Thau, der gefallene Regen oder geſchmolzene Schnee dringt deſto ſchneller und tiefer in den Boden ein, je lockerer er iſt, bis das Waſſer auf eine ſteinige oder veſte Erdſchicht kommt, wo es nicht weiter hinabdringen kann. Man ſieht dies augenſcheinlich an dem Waſſer in unterirrdiſchen Höhlen und Erzgruben, welches mehrentheils zwiſchen den Ritzen des Geſteins allenthalben in großer Menge hervorquillt.

Auf einer ſolchen veſten Schicht häuft ſich das Waſſer ſehr ſtark an, und durchdringt die zunächſt darüber liegende Erdſchicht, beſonders wenn ſie locker und ſandig iſt, nach allen Seiten. Wenn man in dieſe Schicht, die man den Seegrund zu nennen pflegt, ein Loch gräbt, ſo füllt ſich daſſelbe ſehr bald mit Waſſer, und daher haben die meiſten Brunnen und Teiche ihr Waſſer aus dem Seegrunde. Oft dringt das Waſſer an den tiefſten Stellen eines ſolchen Seegrundes von ſelbſt mit Gewalt heraus, und bildet Quellen, die man alſo als Mündungen unterirrdiſcher Seen betrachten kann. Weil ſich dieſe Seen nach dem Regen oder Schnee auf einmal anfüllen, und nachher ihr Waſſer nur ſehr langſam und allmählig durch die Quellen verlieren; ſo geben die Quellen noch immerfort Waſſer, wenn es auch eine Zeitlang nicht regnet. Die meiſten Quellen indeſſen nehmen bei großer Dürre merklich ab oder verſiegen ganz, und ſind in den naſſeſten Jahreszeiten dagegen am ergiebigſten.

Die Menge, die Größe und die Beſchaffenheit der Quellen hängen von der Be-

ſchaffenheit der Erdmaſſe ab, in welche das Luftwaſſer eindringt. In den urſprünglichen Granitgebirgen, deren Geſtein hart iſt und wenig Riſſe hat, wird das Waſſer, ſo bald es durch die oberſten Erdſchichten durchgeſeihet und bis zum veſten Geſtein gelangt iſt, hier ein unüberſteigliches Hinderniß antreffen, und folglich an den ſchiefen Ebenen, die überall nach der Oberfläche hingehn, zuſammenfließen, und daſelbſt Quellen bilden. Daher giebt es in dieſen Gebirgen ſehr zahlreiche, aber meiſtens nur kleine Quellen.

In den mehr geſpaltenen und zerklüfteten Flöz-Gebirgen wird ſich das Waſſer ganz anders verhalten. Durch den Quarzſand wird es faſt ohne alle, durch den Kalk mit geringer Schwierigkeit durchdringen: es wird alſo mehr oder weniger tief zwiſchen die Bänke herabgelangen, aus denen dieſe Gebirge beſtehn: überdieß ſind die Abhänge an dieſen Bergen weniger ſteil, das Waſſer in denſelben wird ſich alſo nur ſehr langſam der Oberfläche der Erde nähern, und wird, wenn es auf die in dieſen Gebirgen nicht ſeltenen Thon- oder Mergel-Schichten kommt, in denſelben angehalten werden. Dieſe ſetzen, indem ſie ſich von ihm auflöſen und erweichen laſſen, ſeinem Fortgange ein gewaltiges Hinderniß entgegen. Es wird, wenn ſolche Thonſchichten nach der Oberfläche der Erde hin, abhängig ſind, am unterſten Theile derſelben eine Quelle bilden; oder es wird, wenn ſich die Thonſchichten gegen das Innere der Erde ſenken, ihren Abhange nachgehn und unterirrdiſche Flüſſe hervorbringen, die endlich in großen Maſſen an den unterſten Theilen anſehnlicher Berge an die Erdfläche hervortreten, oder auch wohl bis zum Meer hinabſinken und die ſüßen Quellen bilden werden, die man daſelbſt zuweilen antrifft.

Wenn das Waſſer, nachdem es eine große Thonlage durchdrungen hat, auf neue Hinderniſſe z. B. auf feſten Granit kommt, der ihm nach allen Seiten den Ausgang wehrt, ſo kann es daſelbſt in Höhlungen eingeſchloſſen werden, deren obere Decke einen ſehr ungleichen Stand gegen den Geſichtskreis hat. Durchbohrt man nun die obere Thonſchicht an einer Stelle, wo ſie am tiefſten hinabgeht; ſo wird das Waſſer mit Gewalt hervorgedrängt werden und eine Art von Springbrunnen bilden. So gräbt man bei Modena die Brunnen bis zu einer Tiefe von 63 Fuß, und durchbohrt alsdann eine 5 Fuß dicke Thonlage, worauf ſogleich das Waſſer mit Gewalt hervorſpringt, ſo daß ſich der Brunnen faſt bis an ſeinem oberſten Theil damit anfüllt, und ohne Unterlaß Zufluß hat.

Man ſieht hieraus, warum man die Quellen gewöhnlich nur an Bergen und Anhöhen, in den Betten der Flüſſe, und ſelbſt im Meere findet; denn das Regenwaſſer muß erſt bis auf eine gewiſſe Tiefe in die Erde dringen, und ſich daſelbſt anhäufen, ehe

es zu einer Quelle werden kann. Jede Quelle liegt daher immer beträchtlich niedriger, als die höchſten Spitzen der Berge, welche ihr das Waſſer aus den Wolken in großen Vorräthen zuführen.

Manche Quellen fließen nicht beſtändig. Einige verſiegen zu beſtimmter Zeit, wenn es an Regen fehlt, andere haben zu gewiſſen Jahreszeiten wenig oder gar kein Waſſer; einige beobachten täglich regelmäßige Abwechſelungen. Die auffallendſten Erzählungen von den wunderbaren Eigenſchaften mancher Quellen werden bei genauerer Unterſuchung gewöhnlich etwas übertrieben gefunden. So findet man oft von dem Cirknitzer See in Krain geſagt, daß man im Frühlinge darin fiſchen, im Sommer darin ſäen und ernten, und im Spätherbſt darin jagen könne; allein das Waſſer dieſes Sees fließt weder alle Jahr, noch zu beſtimmten Zeiten ab; oft wird er in drei Jahren nach einander nicht trocken. Er iſt überall mit Kalkbergen voller Klüfte und Höhlen umgeben. Vermuthlich giebt es um ihn herum Waſſerbehälter, die theils höher, theils niedriger liegen. Wenn jene überlaufen, ſo füllt er ſich an, und leert ſie vielleicht ganz aus, wie man durch einen Heber ein höher liegendes Gefäß in ein niedriges ausleeren kann. Er ſelbſt leert ſich auf gleiche Weiſe zu gewiſſen Zeiten wieder in niedriger Gewäſſer aus. — Aehnliche Abwechſelungen zeigt der viel kleinere Eichener Teich in der Markgrafſchaft Baaden.

Das Waſſer wird uns von der Natur ſelten ganz rein geliefert. Am reinſten iſt noch das Luftwaſſer in Regen, Schnee, Hagel und Thau. Das Quellwaſſer enthält gewöhnlich etwas aufgelöſeten Gyps oder Kalkerde. Das Brunnenwaſſer iſt mit noch mehreren irrdiſchen Theilen geſchwängert. Beide pflegt man, wenn ſie reiner ſind, weich, wenn aber mehrere erdige Mittelſalze, worunter der Luftſaure Kalk am gewöhnlichſten iſt, ihnen beigemiſcht ſind, hart zu nennen. Das Flußwaſſer führt außer den aufgelöſeten Erdtheilen andere unaufgelöſete mit ſich fort, enthält auch oft Theile von Thieren und Pflanzen. Am meiſten ſind fremdartige Theile dem Teich- Gruben- Sumpf- und Bruchwaſſer von den umgebenden Körpern beigemiſcht, und es iſt daher nur ſelten trinkbar. Diejenigen Waſſer, welche mineraliſche Theile aufgelöſet haben, und einen mehr oder weniger merklichen Geſchmack dadurch erregen, heißen mineraliſche Waſſer, und wenn ſie mit Nutzen, oder doch ohne Schaden, von Menſchen genoſſen werden können, Geſundbrunnen. Iſt in einem mineraliſchen Waſſer Kalkerde, vermittelſt der Luftſäure aufgelöſt, oder fein eingemiſcht, ſo kann es Körper damit überziehen, und gleichſam verſteinern, oder die Erde beim Herabträufeln in mancherlei Geſtalten abſetzen. Die Cämentwaſſer ent-

halten Kupfer in Schwefelſäure aufgelöſet, und wenn man in ein ſolches Waſſer ein Stück Eiſen legt, ſo verwandelt ſich daſſelbe nach einiger Zeit in ein Stück Kupfer von gleicher Geſtalt und Größe. Die Schwefelſäure nämlich, welche eine ſtärkere chemiſche Verwandtſchaft zum Eiſen als zum Kupfer hat, verläßt dieſes und vereinigt ſich dagegen mit dem Eiſen, und ſo kommt an die Stelle jedes aufgelöſeten Eiſentheilchens ein von der Schwefelſäure dagegen verlaſſenes Kupfertheilchen; wenn das eingelegte Eiſen einige Dicke hat, ſo wird es nur auf der Oberfläche mit Kupfer überzogen. Die kalte Geſundbrunnen enthalten Luftſäure, entweder frei, wie in den Sauerbrunnen, oder auch mit mineraliſchem Laugenſalze, Kalkerde, Bittererde und Eiſen in mancherlei Verhältniſſen, auch wohl mit ſchwefelſaurem und kochſalzſaurem Mittelſalze vereinigt. Die warmen Bäder, welche ſtets wärmer ſind, als die Luft umher, zeigen beim Abdampfen Eiſenocher, mineraliſches Laugenſalz und verſchiedene Mittelſalze, und enthalten häufig Schwefelluft. Ihre Hitze rührt wahrſcheinlich von eben den Urſachen her, welche das unterirdiſche Feuer erzeugen; auch findet man ſie am häufigſten in ſolchen Gegenden, wo noch brennende oder ausgebrannte feuerſpeiende Berge ſind. Die brennenden Quellen enthalten zündbare Phosphorluft in ſich, die ſie wohl von verſetzten phosphorſauren Erzen oder organiſchen Stoffen hergenommen haben. Ueberhaupt werden die fremden Materien aller mineraliſchen Waſſer ohne Zweifel von den Erdlagen mitgenommen, durch und über welche ſie fließen.

Damit die Flüſſe ihr Waſſer in andere Flüſſe oder in das Meer bringen können, mußte die Oberfläche der Erde uneben ſeyn; denn auf einer vollkommen kugelrunden Oberfläche wäre kein Fluß möglich. Den Unterſchied, um welchen die Stelle eines Flußbettes dem Mittelpunkt der Erde näher liegt, als eine andre, nennt man ſein Gefälle. Dieſes beträgt gewöhnlich etwa einen Zoll auf 1000 Fuß Länge, oft auch viel weniger: es iſt näher bei der Quelle allemal ſtärker, nach dem Ausfluſſe oder der Mündung zu, nach welcher hin man auch allemal ſein Auge richtet, wenn man von dem rechten oder linken Ufer eines Fluſſes ſpricht, hingegen geringer, ſo beträgt z. B. das Gefälle des Amazonen Fluſſes in Südamerika auf den letzten 200 Seemeilen bis zu ſeinem Ausfluſſe nur $10\frac{1}{2}$ Pariſer Fuß, welches auf 1000 Länge nur $\frac{1}{27}$ Zoll ausmacht. Ohne dieſe Verſchiedenheit des Gefälles würde das Waſſer mit einer beſchleunigten Bewegung reißend zum Meere hinabſchießen, und der Strom würde gegen ſeine Mündung zu, wo er ſich ohnehin durch den Anſtoß des Waſſers an das Ufer natürlich erweitert, ſehr ſeicht werden. Weil aber

das Strombett gegen die Mündung hin immer flächer, and zuletzt beinahe waagerecht wird, ſo hat das Waſſer hier weniger Trieb zum Ablaufen, und hält noch das von oben herab fortſtrömende Waſſer auf, welches nun einen Theil ſeiner, durch den Fall erlangten Kraft, anwenden muß, um das untere Waſſer fort zu ſtoßen. Durch dieſe Einrichtung wird alſo die Geſchwindigkeit der Flüſſe gemäßigt, eben ſo wie durch die Landſeen, wodurch manche Flüſſe ihren Lauf nehmen, und hernach wegen des ruhigern Fließens durch dieſelben, wo ſie die mitgeführten fremden Materien abgeſetzt haben, klärer wieder zum Vorſchein kommen.

Aus dem geringern Gefälle der Flüſſe in der Nähe ihrer Mündungen erklären ſich manche daſelbſt zu beobachtende Erſcheinungen. Die daher verurſachte langſamere und faſt verſchwindende Bewegung bewirkt es, daß die Ströme nahe bei ihren Ausflüſſen die größte Menge von Schlamm und Erde abſetzen, ſo wie in einem Gefäße mit Waſſer beigemiſchte Thon oder andere Stoffe nicht ſo bald zu Boden fallen, wenn man es ſtark umrührt, als wenn man es in Ruhe ſtehen läßt. Dieſe Anhäufungen der dem Strom beigemiſcht geweſenen Erde bei ſeinem Eintritt ins Meer erſchweren allmählig großen Schiffen den Eingang, vergrößern auch wohl die Ufer gegen das Meer zu, und bewirken, daß Städte, die ehemals dicht an Meeres-Küſten lagen, immer tiefer ins Land zu liegen kommen. Solche Veränderungen bemerkt man in der Lage von Damiette in Egypten, und von Ravenna, welche beide ehemals Seeſtädte waren. Selbſt Venedig würde auf dieſe Art durch die Mündungen der Etſch, der Brenta und anderer Flüſſe vielleicht ſchon mit dem veſten Lande verbunden ſeyn, wenn man dieß nicht mit großen Anſtrengungen und Koſten zu verhindern ſuchte.

Ferner verurſacht der faſt waagerechte Boden auf welchen die Flüſſe nahe am Meere fortlaufen daß die geringſte Vertiefung zur Seite oder die geringſte Ungleichheit in der Dichtigkeit und dem Widerſtande des Bodens ſchon hinreicht, ſie von ihrem geraden Laufe abzuleiten, deshalb müſſen ſie nahe an ihrem Ausfluſſe die ſtärkſten und häufigſten Krümmungen haben und gehen nur weit vom Meere, wo die Abhänge ſtärker und gerader ſind, einige Meilen in gerader Linie fort. Dieſer Unterſchied in dem Laufe der Flüſſe iſt gewöhnlich ſo merklich, daß die Wilden, wenn ſie in einem unbewohnten Lande längs eines Fluſſes reiſen, aus der Art ſeines Laufs richtig auf die noch größere oder geringere Entfernung des Meeres ſchließen.

Auch liegt in dieſen ſtarken Krümmungen der Flüſſe unweit des Meeres und in der faſt waagerechten Lage des Bodens, auf welchem ſie fortfließen, unfehlbar die Urſache, weß-

halb ſich die meiſten unter ihnen in mehreren Armen ins Meer ergießen, und eine mehr oder weniger beträchtliche Anzahl von Inſeln daſelbſt theils umgeben, theils hervorbringen. Von dieſen Armen aber ſind faſt allezeit einige beträchtlich länger als die andern; und alsdann hat das Waſſer auch in jenen auf gleiche Weiten ein kleineres Gefälle, da ſie von gleich erhabenen Punkten bis zu der gleich hohen Meeresfläche hinabſteigen. Alſo wird das Waſſer in dem längeren Arme wegen des geringern Gefälles meiſtens langſamer fließen, und folglich mehr Erde und Sand abſetzen, als in dem kürzern. Der abgeſetzte Sand vermindert nun die Tiefe und Geſchwindigkeit des Waſſers immer mehr, und befördert dadurch den Fortgang der Verſandung. Auf dieſe Weiſe ſind mehrere Arme des Nils der Donau und anderer Ströme allmählig für Schiffe unzugänglich geworden, und bei manchen Flüſſen kann man nur durch viele Kunſt und Koſten die Schiffbarkeit einiger Ausflüſſe erhalten.

So beträchtlich der Einfluß iſt, den die Größe des Gefälles auf die Geſchwindigkeit der Ströme hat; ſo hängt dieſelbe doch auch von andern zum Theil nicht minder wirkſamen Urſachen ab. Dahin gehört beſonders die verſchiedene Höhe derſelben. Alle Flüſſe werden beim Fortgange in ihren Betten am Boden und an den Seiten durch Erde, Steine, Pflanzen und jede andere Ungleichheit in ihrer Bewegung aufgehalten. Eigentlich wird zwar durch dieſen Widerſtand nur der Fortgang derjenigen Waſſertheile unmittelbar geſchwächt, welche mit dem Bette in Berührung ſtehn; allein dieſes Waſſer theilt ſeine verzögerten Bewegungen dem benachbarten mit, und dadurch wird zuletzt die ganze Waſſermaſſe des Fluſſes einen langſamern Gang annehmen müſſen. Je größer nun dieſe ganze Waſſermaſſe in Verhältniß gegen die reibende Schicht iſt, deſto unmerklicher wird jener Verluſt an Geſchwindigkeit in ihren einzelnen Theilen. Daher ſieht man alle Flüſſe im Frühlinge bei ſehr hohen Waſſer ſchneller fortgehn als im Sommer bei niedrigen Waſſerſtande: daher laufen größere und tiefere Flüſſe, ſelbſt bei geringerem Gefälle, ſtärker als kleinere, wie z. B. der Amazonenfluß in jeder Sekunde $7\frac{1}{2}$ Fuß, die Seine nur wenig über 3, und manche kleine Flüſſe nicht 2 Fuß zurücklegen: daher muß man Kanälen, Rinnen und Mühlgraben ein größeres Gefälle geben, wenn ſie ſchmal, als wenn ſie breiter ſind: daher läuft jeder Strom in dem tiefſten Theile ſeines Bettes, oder in der Strombahn, die häufig, aber nicht immer, in ſeiner Mitte liegt und zuweilen, am merklichſten durch ſtarke Eisgänge verändert wird, auch am ſchnellſten.

Obgleich aber unter zwei gleich tiefen Flüſſen der breitere bei gleichem Gefälle ſchneller

als der ſchmalere fließen muß, weil ſich der Widerſtand von den Seiten bei jenem durch eine größere Waſſermaſſe vertheilt; ſo wird doch ein und eben derſelbe Fluß in ſeinen ſchmalern Stellen geſchwinder als in den breiteren fließen, weil in beiden, wegen der waagerechten Stellung des ganzen Waſſers, in gleicher Zeit eine gleiche Waſſermaſſe vorüberſtrömen muß, welches nichts anders, als durch eine ſchnellere Bewegung an der eingeengten Stelle geſchehen kann. Am auffallendſten iſt die große Wirkſamkeit ſolcher Verengerungen zur Erhöhung der Geſchwindigkeit in dem Fluſſe Connecticut in Nordamerika, der ſich durch die Provinz gleiches Namens ins Meer ergießt. Dieſer große Fluß der zuweilen das Land in einer Breite von 24 Meilen ſo hoch überſchwemmt, daß Kriegesſchiffe über die Felder fortſegeln können, iſt zweihundert engliſche Meilen von der Mündung zwiſchen zwei hohen, ſteilen Gebirgen ſo eng eingeſchloſſen, daß ſeine ganze Breite in einem Striche von 400 Ellen nicht 15 Ellen beträgt. Dadurch erhält er aber auch eine ſo heftige Bewegung, daß ſelbſt Eiſen an dieſen Stellen nicht in ihm unterſinkt, ſondern von ihm mit fortgeriſſen wird.

So wie die bisher angeführten Umſtände die Geſchwindigkeit eines Stromes vergrößern; ſo wird ſie hingegen durch Unebenheiten des Bodens, hervorſpringende Theile des Ufers, und durch die in dieſer Rückſicht ſehr nützlichen Windungen des Fluſſes vermindert. In der Tiefe pflegt die Geſchwindigkeit geringer zu ſeyn, als an der Oberfläche, und eben ſo fließt der Strom in der Mitte ſchneller, als am Ufer, wenn nicht die Tiefe hier größer iſt, weil ſowohl das unterſte als das zur Seite fließende Waſſer theils durch den Widerſtand des Bodens und des Ufers, theils durch den Druck des übrigen Waſſers aufgehalten wird.

Abſätze in dem Bette eines Fluſſes verurſachen die Waſſerfälle oder Kataракten. Gewöhnlich liegen dieſelben nicht weit vom Urſprunge der Ströme, wo ihr Bett noch am abſchüſſigſten iſt, und ſind am zahlreichſten in ſolchen Ländern, wo die Flüſſe noch nicht durch einen Lauf von vielen Jahrtauſenden ihr Bett geebnet haben; man trifft ſie daher in großer Menge in allen Theilen von Amerika an. Der Waſſerfall bei Niagara in der Waſſerſtraße zwiſchen dem See Erie und Ontario in Nordamerika, hat einen faſt ſenkrechten Fall von 156 Pariſer Fuß, und eine Breite von faſt 4000 Fuß. Dieſer Fall zertrennt das Waſſer durch Schlagen und Stoßen ſo fein, daß ein Dunſt oder Nebel davon bis an die Wolken aufſteigt, den man auf 5 Stunden weit ſehen kann. Durch den Sturz des Waſſers entſtehn ſo ungeheure Wellen, daß der Fluß auf 6 Meilen un-

terhalb des Falles nicht zu befahren iſt. Der größte unter allen Waſſerfällen iſt der Fall des Bogota bei St. Magdalena in Terra firma, deſſen Höhe Bouguer auf 2 bis 300 Toiſen angiebt.

Es iſt merkwürdig, daß das Waſſer nicht bloß der Flüſſe, ſondern auch der meiſten inländiſchen Meere, die, ſo wie die Oſtſee, nur durch enge Kanäle mit dem großen Weltmeere zuſammenhängen, ganz ſüß, oder doch weniger geſalzen als das Weltmeer iſt. Die Urſache hiervon liegt darin, daß nur das reine Waſſer verdünſtet und ſich in Wolken und Regen ſammelt, aus welchem die Flüſſe und die unterirdiſchen Quellen der Landſeeen ihren Zufluß ſchöpfen, und daß ſie alſo nur da Salz in ſich enthalten können, wo ſie, wie manche Seeen von Afrika und Aſien, auf einem ſalzigen Boden ſtehn, deſſen Salztheile ſie in ſich aufnehmen. Durch dieſe Süßigkeit der Gewäſſer des feſten Landes wird nicht nur das Waſſer der Brunnen, Flüſſe und Landſeen zu einem dienlichen Getränke für Menſchen und Thiere; ſondern ſie iſt auch für die Erhaltung des Lebens und der Wärme auf dem feſten Lande von dem wichtigſten Einfluſſe. Ihre wohlthätigen Wirkungen beruhen auf demſelben Geſetze, das wir ſchon oben bei der Salzigkeit des Meerwaſſers angeführt haben, daß nämlich das ſüße Waſſer von etwa 4 Grad über dem Gefrierpunkt an, nicht mehr durch die Kälte zuſammengezogen, ſondern vielmehr ausgedehnt wird. Wenn alſo eine kältere Luft über ſüßem Waſſer ſteht; ſo wird ſie die ganze Maſſe deſſelben nicht weiter, als bis zu dieſem Grade erkälten können, weil alsdann die Verdichtung des Waſſers an der Oberfläche bei fortgeſetzter Erkältung aufhört, und es folglich nicht mehr zu Boden ſinkt und wärmere Theilchen aus der Tiefe an ſeine Stelle herausläßt. Die bei dieſem Grade der Kälte unveränderlich oben bleibenden Waſſertheilchen erkalten nun ſehr bald bis zum Gefrieren, wo dann ihre gebundene, zur Erhaltung ihrer bisherigen Flüſſigkeit erforderliche, Wärme in die Luft übertritt und das Eis ſich zu bilden beginnt. Iſt aber die Oberfläche erſt mit Eis überzogen; ſo wird, da das Eis ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter iſt, dadurch der Uebergang mehrerer Wärme aus dem Waſſer in die Luft ſehr erſchwert, und die Eisdecke dient ihm nun zu einer ſchützenden Bekleidung, die es zugleich gegen die Beunruhigung des Windes ſchützt, durch welchen ſonſt auch das ſchwerere wärmere Waſſer von unten emporgehoben und an der Luft erkältet werden könnte. Da ferner das Eis an ſeiner untern Fläche faſt gleich kalt mit der ihm zunächſt liegenden Waſſerſchicht iſt, indem die wärmeren Theile wegen ihrer größeren Verdichtung ſich weiter nach unten begeben; ſo iſt auch deshalb die Mittheilung der Wärme zwiſchen dem Eiſe und dem Waſſer ſehr un-

bedeutend. Wird noch vollends die Oberfläche des Eiſes mit Schnee bedeckt; ſo wird das Verfliegen der Wärme aus dem Waſſer noch mehr gehindert, und die Dicke des Eiſes wird, ſelbſt bei der heftigſten Kälte, nur wenig zunehmen können. Die während des Sommmers in der Erde angeſammelte Wärme wird der ungefrornen Waſſermaſſe die wenige durch das Eis in die Atmosphäre übergehende ſo weit erſetzen, daß die Luft weit unter dem Gefrierpunkt erkältet ſeyn muß, um das Eis nach unten zu verſtärken. So bald die Luft über den Gefrierpunkt des Waſſers erwärmt iſt; ſo wird dieſe Erdwärme ſogar das Eis an ſeiner untern Fläche ſchmelzen und vermindern. Daher ſchmilzt bei der Rückkehr des Frühlings das Eis zugleich von unten und durch die wirkſamen Strahlen der höher ſteigenden Sonne auf ſeiner Oberfläche. Der Schnee, der ſchon während des Winters das Waſſer gegen größeren Verluſt ſeiner Wärme geſchützt hat, kommt ihm auch hier wieder zu Hülfe. Die auf eine Schneelage fallenden Sonnenſtrahlen dringen, indem ſie oft gebrochen und zurückgeworfen werden, tief in dieſelbe ein, und ſetzen hier, wo die kalte Luft des Dunſtkreiſes wenig Zugang hat, ihre Wärme ab; da die auf eine glatte und waagerechte Eisfläche fallenden Sonnenſtrahlen hingegen meiſt aufwärts in die Luft zurückgeworfen werden, oder den etwas dadurch erwärmten Eistheilchen ſogleich wieder von der kalten Luft ſeine Wärme entzogen wird. Hierin liegt die Urſache daran, daß der Schnee von der Sonne ſchon ſchmilzt, ehe noch die glatte Oberfläche des Eiſes wirklich erreicht wird, und daß er gewöhnlich ſchon ganz verſchwunden iſt, bevor die mit Eis bedeckten Flüſſe und Seen aufgehn.

Man ſieht hieraus, daß die Natur ſehr wirkſame Anſtalten getroffen hat, um dem ſüßen Waſſer im Winter ſo wenig Wärme als möglich zu entziehen; da hingegen das Meer, welches durch den größeren Grad von Kälte der zu ſeinem Gefrieren nothwendig iſt, ſo wie durch den ungeheuren Vorrath von Wärmſtoff, den es theils deshalb und theils wegen ſeiner erſtaunlichen Maſſe, vor und bei ſeinem Erfrieren der Luft abtreten müßte, gegen ſeine gänzliche Verwandlung in Eis überflüſſig geſichert iſt, und welches überdies in der Strömung von den Angelpunkten gegen die Mittellinie zu ein ſehr wirkſames Hülfsmittel zur Schmelzung des in ſeinen kälteſten Gegenden entſtandenen Eiſes hat, während des Winters zur Erwärmung der Luft einen viel ſtärkern äußerſt bedeutenden Beitrag aus ſeinem Schooße liefern muß.

Dieſes ungleiche Verhalten des ſalzigen und des ſüßen Waſſers gegen die Winterkälte bringt ſehr heilſame Wirkungen in der Haushaltung der Natur hervor. Beim Erkalten von dem vierten Grade bis zum Gefrierpunkt verliert das Waſſer ſo viel Wärme,

als dazu hinreichen würde, eine Eismaſſe, die $\frac{2}{35}$ deſſelben wiegt, zu ſchmelzen. Aus einem Waſſer von 35 Fuß Tiefe würde ſich alſo bei dieſem Erkalten ſo viel Wärme entbinden, daß eine Eislage über demſelben von mehr als zwei Fuß Dicke (weil das Eis leichter als Waſſer iſt) davon geſchmolzen werden könnte. Alle dieſe Wärme, die jetzt in dem ſüßen Waſſer für den künftigen Frühling zurückbleibt, mußte ihm ſonſt erſt wieder von der ohnehin noch nicht ſehr beträchtlichen Luftwärme deſſelben abgetreten werden, um es wieder flüſſig zu machen. Außerdem würden ohne jenes bewundernswürdige Verhältniß zwiſchen Verdichtung und Erkältung, welches dem ſüßen Waſſer eigenthümlich iſt, oder bei einer Verwandlung des ſüßen Waſſers unſerer Flüſſe und Landſeen in ſalziges Meerwaſſer, die an der Oberfläche bis zum Gefrierpunkt durch die Kälte immer verdichteten und folglich ſchwerer gewordenen Waſſertheilchen auf den Grund ſinken, von dort durch die während des Sommers angehäufte Erdwärme wieder verdünnt und leichter geworden, zur Oberfläche zurückkehren, und bei dieſem Wechſel den größten Theil der Wärme des Bodens ebenfalls vor ihrem Gefrieren in die Luft abſetzen. Bei dieſer großen Menge des dem Waſſer entzogenen Wärmeſtoffs würde die Dicke des einmal entſtandenen Eiſes ſehr ſchnell, und bei einem ſtrengen Winter in unſerm Himmelsſtriche bis zu einer ſolchen Tiefe zunehmen, daß die Wärme des folgenden Sommers es nicht wieder aufzuthauen vermöchte. Der folgende Winter würde dann gewiß die ganze Waſſermaſſe in einen veſten Eiskörper verwandeln, der nimmermehr wieder flüſſig werden könnte. Wenigſtens würde das Waſſer durch den unermeßlichen Vorrath von Wärme, den es vor ſeinem Gefrieren an der Oberfläche alsdann verlieren müßte, bei der Rückkehr der warmen Jahreszeit ſo erkaltet ſeyn, daß der Frühling und vielleicht ein Theil des Sommers darüber hinginge, ehe es durch die Einwirkung der Sonne wieder zu der verlohrnen Wärme gelangte. Durch die Kälte dieſer Gewäſſer müßte auch die Luft von den ſchmelzenden Eismaſſen beträchtlich erkaltet und dadurch der Pflanzenwuchs in der umliegenden Gegend bis auf eine anſehnliche Strecke verzögert werden: ein Nachtheil, der den geringen Zuwachs an Wärme, welchen die, den Winden entgegengeſetzte Seite des Sees bei dem Gefrieren eines ſalzigen Landſees etwa gewinnen könnte, bei weitem überwiegen würde. Jetzt hingegen da dieſe Gewäſſer ſüß ſind, können einige Grade an Kälte mehr, wenn Flüſſe und Seen erſt zugefroren ſind, und alles mit Schnee bedeckt iſt, keine dauernden ſchlimmen Folgen hervorbringen, weil das Waſſer den größten Theil ſeiner Wärme den Winter hindurch in ſich behält.

III.

Von dem Luftkreiſe.

1. Allgemeine Merkwürdigkeiten.

Der Luftkreis beſteht aus einer ſchweren, dünnen, durchſichtigen und ausdehnſamen nach allen Richtungen ſich ausdehnenden Flüſſigkeit, welche den Erdball von allen Seiten umſchließt, und eine hohle Kugelſchaale um ihn bildet. Zwar machen die Lebensluft und die Stickluft ſeine Hauptbeſtandtheile aus; doch ſind auch unzählbare fremde Stoffe ihnen beigemiſcht, deren Verhältniſſe und Miſchungen ſich unaufhörlich ändern. Außer jenen beiden Luftarten und der Kohlenſäure, befindet ſich in dem Luftkreiſe eine vorzüglich große Menge von aufgelöſetem Waſſer oder von Dünſten, weshalb, wenigſtens für ſeinen untern Theil, der Name Dunſtkreis oder Dunſtkugel (Atmosphäre) nicht ganz unſchicklich iſt.

Da flüſſige ausdehnſame Stoffe von allen Seiten und nach allen möglichen Richtungen zugleich drücken; ſo werden Körper, welche durchaus mit Luft umgeben, oder davon durchdrungen ſind, auf allen Stellen durch das Gewicht des Luftkreiſes gedrückt, und dieſe Drückungen heben ſich wechſelſeitig auf, ſo daß ſie ſämmtlich gleich wenig bemerkbar ſind. Wird aber die Luft von einer Seite her abgehalten, z. B. in der Röhre eines Brunnens oder einer Spritze, ſo zeigt ſich der Druck der Luft merklich genug, indem er das Waſſer bis zu einer Höhe von 32 Fuß hinauf treibt. Die jedesmalige Schwere der Luftſäule an einem Ort wird durch das Barometer angegeben, ſo wie das Thermometer die Wärme, und das Hygrometer die Feuchtigkeit der Luft nach ihren verſchiedenen Graden anzeigen. Im Mittel hält der Druck der Luft einer acht und zwanzig Zoll hohen Queckſilberſäule das Gleichgewicht. Ein Würfelfuß Queckſilber aber wiegt 950 Pfund; folglich wird eine 28 Zoll oder $2\frac{1}{3}$ Fuß hohe Queckſilberſäule auf einen Flächenfuß mit einer Laſt von 950 mahl $2\frac{1}{3}$ oder von $2216\frac{2}{3}$ Pfund drücken. Mit dieſem Drucke drängt die Luft an der Erdfläche nach allen Seiten, und ein Menſch wird alſo, wenn man die Oberfläche ſeines Körpers 15 Flächenfuß ſchätzt, von der ihn umringenden Luft einen Druck von 33250 Pfund auszuſtehen haben. Daß wir dieſen gewaltigen Druck gar nicht empfinden, rührt bloß daher, weil er auf alle Theile der Oberfläche gleichförmig und nach jeden zwei entgegengeſetzten Richtungen gleich ſtark wirkt, weil alle innern Hölungen unſers

Körpers mit Säften oder mit einer eben ſo ſtark entgegendrückenden Luft erfüllt ſind, und weil eine ununterbrochene Gewohnheit jede ſonſt davon etwa mögliche Empfindung vertilgt. Selbſt eine Veränderung des Barometerſtandes von zwei Zoll, wodurch dieſer Druck um 2375 Pfund verändert wird, iſt unſerem Gefühle nicht merklich.

Die Erhöhung des Barometers, welcher eine Verſtärkung des von der Luftſäule herrührenden Druckes auf einer gewiſſen Stelle anzeigt, kann auf mancherlei Art entſtehn. Wenn die Luft in einer Gegend wärmer wird, ſo wird ſie zugleich ausdehnſamer, äußert einen ſtärkern Druck nach allen Seiten, und nöthigt daher die benachbarte Luft ſich mehr anzuhäufen, wenn ſie ihr das Gleichgewicht halten ſoll. Auch kann die Ausdehnſamkeit der Luft durch Ausſcheidung ſolcher Stoffe, welche ſie vorher ſchwächten, durch Erzeugung neuer Luft, beſonders bei Zerſetzung des Waſſers, und auf andere Weiſe verſtärkt werden; und die ausdehnſamer gewordene Luftſäule wird dann nicht nur ſelbſt mit einem größern Druck auf das Barometer wirken, ſondern auch die benachbarten, welche durch Vermehrung ihrer Maſſe jener das Gleichgewicht halten, werden ähnliche Wirkungen hervorbringen. So muß alſo das Barometer bei jeder Veränderung im Luftkreiſe ſteigen, welche die Ausdehnſamkeit oder die Dichtigkeit der Luft erhöht. Entgegengeſetzte Ereigniſſe können auf gleiche Weiſe den Druck der Luft vermindern, und das Barometer fällt alsdann. Durch Mond und Sonne muß ebenfalls eine Art von Ebbe und Fluth verurſacht werden, die zur Veränderung der Barometerhöhe beiträgt, die aber, wegen der mannigfaltigen Urſachen, die auf die Beſchaffenheit des Luftkreiſes ununterbrochen wirken, nicht ſehr merklich iſt.

In hohen Gegenden ſind die Veränderungen des Barometerſtandes weit geringer, als in den niedrigen, weil dort die Luft ungemiſchter und eben darum weniger veränderlich iſt. Zwiſchen den Wendekreiſen iſt die Veränderung des Barometerſtandes ebenfalls weit unbeträchtlicher als unter hohen Breitegegenden. Sie beträgt zu Quito nur $\frac{1}{2}$ bis 1 Linie; zu Guayaquil an der Küſte von Peru $1\frac{1}{4}$; zu Batavia 3; am Vorgebirge der guten Hoffnung 10; auf Madera $13\frac{1}{2}$; zu Paris 15; zu Stockholm $26\frac{1}{4}$; zu Petersburg $33\frac{1}{4}$ Linien. Die geringere Veränderlichkeit des Barometerſtandes in der Nähe der Mittellinie rührt wohl daher, weil daſelbſt der Wind regelmäßiger, auch die Abnahme der Wärme von unten nach oben zu langſamer, als in unſern Gegenden iſt, und alſo wenigere Abwechſelung in der Wärme und Kälte der verſchiedenen Luftſchichten ſtatt findet.

Ueberhaupt aber liegt in den Veränderungen des Barometers eine ſehr ſchwierige, verwikkelt und bei weitem noch nicht befredigend gelöſete Aufgabe für die Naturforſcher.

Bis jezt haben wir den Druck des Luftkreiſes nur im Ganzen betrachtet, ohne auf die ungleiche Schwere der verſchiedenen Luftſchichten zu ſehn. Wenn dieſe Schwere allenthalben gleichförmig wäre; ſo würden wir daraus ſchließen können, daß die Höhe des Luftkreiſes 24080 Fuß betrage. Aber die Luft läßt ſich wie man bei einer damit gefüllten Blaſe, wenn man ein Gewicht darauf legt, leicht wahrnehmen kann, zuſammendrücken. Daher ſind ihre untern Schichten dichter als die obern, weil jene das Gewicht von dieſen zu tragen haben, und das Barometer ſteht unter übrigens gleichen Umſtänden immer niedriger, je höher man ſich erhebt. Hierauf beruht die Möglichkeit, die Höhe der Berge durch das Barometer zu meſſen, wenn man deſſen Stand daſelbſt mit gleichzeitigen Beobachtungen an niedrigeren Orten und an der Meeresfläche vergleicht; die Berechnung ſolcher Beobachtungen und die mancherlei dabei anzubringenden Verbeſſerungen gehören aber nicht hieher.

Die Luft iſt in kleinen Maſſen undurchſichtig; aber die von allen Schichten des Luftkreiſes zurückgeworfenen Lichtſtrahlen verurſachen einen merklichen Eindruck: ſie bewirken nämlich, daß ſie uns mit einer blauen Farbe erſcheint, welche ſich allen Gegenſtänden, die wir durch ſie in der Entfernung wahrnehmen, und ſelbſt dem Gewölbe des Himmels mittheilt. Dieſes blaue Gewölbe iſt nichts weiter, als der Luftkreis der Erde, hinter welchen ſich die Geſtirne in unermeßlichen Entfernungen befinden. Die Sonnenſtrahlen, welche von dieſen Lufttheilchen zurückgeworfen und gebrochen auf die Erde geſandt werden, bilden vor dem Aufgange und nach dem Untergange der Sonne die Dämmerungen, welche uns durch ihren Abſtand von der Sonne ſelbſt beweiſen, daß diejenigen Theile des Luftkreiſes, die noch dicht genug ſind, um die Lichtſtrahlen merklich zurückzuwerfen, etwa 250,000 Fuß oder über 10 geographiſche Meilen über die Meeresfläche erhoben ſeyn müſſen. Aber dieſe Höhe beſtimmt darum noch nicht die Entfernung der äußerſten Schichten des Luftkreiſes von der Erde. So viel iſt indeſſen gewiß, daß die Ausdehnſamkeit deſſelben auf ſeiner Oberfläche nicht mehr Statt finden kann; alſo in einem größern Verhältniſſe abnehmen muß, als das Gewicht, das ſie zuſammendrückt, weil ſich die Atmosphäre bei einer unbegränzten Ausdehnſamkeit endlich in dem Weltraum zerſtreuen mußte; und zu dieſer geringern Ausdehnſamkeit in den äußerſten Schichten trägt wahrſcheinlich der dortige Mangel an Wärme das meiſte bei: auch iſt augenſcheinlich, daß ſich die Ausdehnung des Luftkrei-

ſes allenthalben nur ſo weit erſtrecken könne, bis ſeine Schwungkraft der Schwere das Gleichgewicht hält; denn über dieſe Gränze hinaus würde er ſich ebenfalls zerſtreuen müſſen. Aber ſelbſt dieſe Höhe wird die Atmosphäre nur höchſtens unter der Mittellinie erreichen können; denn in den übrigen Gegenden, wo ihre Schwungkraft geringer iſt, und wo ſie alſo höher ſteigen könnte, ohne den Gegenzug der Schwere zu überwältigen, wird ſie dieſen höheren Stand nirgends annehmen, weil ſie wegen des Umſchwungs der Erde um ihre Achſe ebenfalls an den Angelpunkten abgeplattet und unter der Mittellinie am erhabenſten ſeyn muß.

2. Die Winde.

Der Wind iſt eine Bewegung der Luft. Alles, was das Gleichgewicht der Luft ſtört, erregt daher einen Wind, weil die Luft beſtändig nach der Richtung zuſtrömen wird, wo ſie den geringſten Widerſtand findet. So wird z. B. durch eine größere Wärme die Luft mehr ausgedehnt; ſie treibt alſo entweder die benachbarte aus ihrer Stelle, oder ſie erhebt ſich in die Höhe und ſchießt über jene fort, und dieſe tritt dann in den von jener geöffneten Raum. Man öffne ein geheiztes Zimmer gegen ein kaltes, ſo tritt die kalte Luft unten in das warme Zimmer, und die warme Luft geht oben hinaus, wie man an einer Lichtflamme, die man in die Oeffnung zwiſchen beiden Zimmern oben und unten hält, ganz deutlich bemerken kann. Auf ähnliche Weiſe geht es nun in der freien Luft. Die Gegenwart oder die Abweſenheit der Sonnenſtrahlen, die verſchiedene Art, wie dieſelben zurückgeworfen werden, die Bildung oder Zerſetzung des Waſſers und eine Menge anderer Veränderungen im Dunſtkreiſe können an einer Stelle Wärme oder Kälte erregen, Luft erzeugen oder verſchlucken, ihre Ausdehnſamkeit verſtärken oder ſchwächen, und bei einer jeden Veränderung dieſer Art muß Wind entſtehen. Einige Winde verdienen indeſſen eine beſondere Aufmerkſamkeit.

Zwiſchen den Wendekreiſen, und noch etwas auſſerhalb denſelben, herrſcht auf dem Meere ein beſtändiger Oſtwind, oder vielmehr in der nördlichen Halbkugel ein nordöſtlicher; in der ſüdlichen ein ſüdöſtlicher Wind, der ſich zu den Sommerszeiten jeder Halbkugel mehr nach Oſten wendet. In der Nähe der Küſten aber, zuweilen ſchon 60 oder 70 deutſche Meilen vom Lande, wehen oft andere Winde. Man kann in dieſen Erſcheinungen unmöglich die Aehnlichkeit mit der oben angeführten Strömung des Meeres von Oſten nach Weſten verkennen, und in der That rühren beide, ſo wie jede die Wirkung der andern unterſtützt, auch von gemeinſchaftlichen Urſachen her. Die Sonne ver-

dünnt in der Nähe der Mittellinie durch ihre Wärme die Luftſäulen und erhebt ſie über ihren eigentlichen wagerechten Stand: ſie müſſen alſo durch ihr Gewicht zurückfallen und ſich im obern Theile des Luftkreiſes nach den Angelpunkten hinziehen: zugleich aber muß in dem untern Theile nur kühle Luft ankommen, welche von den Angelpunkten her die unter der Mittellinie verdünnte und oben abfließende Luft erſetzt. So bilden ſich zwei entgegengeſetzte Luftſtröme; der wärmere und eben deswegen höhere geht von der Mittellinie gegen die Angelpunkte, der kältere untere von den Angelpunkten gegen die Mittellinie: dieſer letzte aber kann nicht mit ſeiner urſprünglichen Richtung bis zu der Mittellinie gelangen. Die von der Umdrehung der Erde herrührende Bewegung der Luft von Abend gegen Morgen iſt allenthalben deſto geringer, je weiter man von der Mittellinie entfernt iſt: der von den Angelpunkten herkommende Luftſtrom dreht ſich alſo immer langſamer in dieſer Richtung als die Theile der Erde über welche er fortweht, je näher er der Mittellinie kommt. Daher werden die Körper auf der Oberfläche der Erde mit dem Ueberſchuſſe ihrer Geſchwindigkeit gegen die langſam ſich drehende Luft ſtoßen, und durch deren Gegenwirkung einen ihrer Umdrehung entgegengeſetzten Widerſtand leiden. Für den Beobachter, der ſich unbeweglich glaubt, ſcheint alſo die Luft in einer der Umdrehung der Erde entgegengeſetzten Richtung, oder von Morgen gegen Abend zu wehen. Dieſe Richtung wird deſto beſtimmter ſeyn, je näher die von den Angelpunkten ſtrömende Luft demjenigen Orte kommt, wo die Sonne im Scheitel ſteht, deren Wärme die erſte Quelle dieſer entgegengeſetzten Luftſtröme iſt, und wird ſich von ihrem Urſprunge an allmählig aus der nördlichen oder ſüdlichen in die öſtliche verändern. Daher wird im Sommer der nördlichen Halbkugel der ſonſt nordöſtliche, und im Sommer der ſüdlichen der ſonſt ſüdöſtliche Wind zum Oſtwinde.

Außer dieſem allgemeinen Oſtwinde giebt es, vorzüglich im indiſchen Meere, noch andere regelmäßige Winde, die Paſſatwinde, (Mouſſons, Monſons), welche ſechs Monate nach einer gleichen, und in den übrigen ſechs Monaten nach der entgegengeſetzten Richtung wehen. Auf dem Meere zwiſchen Afrika und der malabariſchen Küſte, ſo wie in dem bengaliſchen Meerbuſen, wehet vom April bis zum Oktober ein heftiger Südweſtwind, mit vielem Regen und Sturm, am heftigſten und beſtändigſten im Juni und Juli. In der übrigen Hälfte des Jahres tritt der Nordoſt an deſſen Stelle, iſt viel ſanfter und bringt heiteres Wetter mit ſich. Dieſer Abwechſelung iſt das ganze indiſche Meer bis an die Mittellinie unterworfen. In dem Meere von Malacka bis China wechſelt ein Süd-

ſüdweſt mit einem Nordnordoſt, zwiſchen Madagaskar und den afrikaniſchen Küſten der Weſt- und Südoſtwind, dagegen zwiſchen Madagaskar und zwiſchen Java und Sumatra vom zweiten bis zum zehnten Grade ſüdlicher Breite der Südoſt- und Nordweſt-Wind, in eben den Monaten ab. Eben ſo weht an der Küſte von Braſilien, ſo wie von Carthagena bis Portobello bis über 12 Grad nördlicher Breite vom Mai bis zum September der Südweſt- und in den übrigen Monaten ein Nordoſt-Wind. Die Haupturſache dieſer Wechſelwinde ſcheint, da ſie ſich regelmäßig nach Sommer und Winter richten, die abwechſelnde Erwärmung und Erkältung der Luft auf hohen Berggegenden zu ſeyn. So werden z. B. die weit ausgedehnten, zum Theil hohen und bergigen Länder, welche nördlich von dem arabiſchen, perſiſchen und bengaliſchen Meerbuſen liegen, im Winter weit ſtärker erkältet, als die angränzenden Meere, daher die Luft von ihnen mit keiner beträchtlichen Geſchwindigkeit vom Oktober bis zum Mai gegen die Mittellinie drängen muß. Vom Mai hingegen bis zum Oktober werden jene Länder ſtärker erwärmt, und ihre Hitze verbreitet ſich nach und nach durch die angränzenden Meere gegen Süden. Dadurch wird der nördliche Wind immer ſchwächer, hört endlich ganz auf und die im Süden kältere Luft ſtrömt nach jenen erwärmten Ländern. Durch die Umdrehung der Erde um ihre Achſe muß der Nordwind zum Nordoſtwinde werden, der vom Lande herkommend, natürlich trocken ſeyn muß. Schwerer ſcheint es ſich erklären zu laſſen, wie der Südwind, der nach der angeführten Vorausſetzung während des Sommers in dieſen Gegenden wehen ſollte, zu einem Südweſtwinde wird, da er vielmehr wegen der Umdrehung der Erde um ihre Achſe ein Südoſt werden müßte. Nimmt man indeſſen an, daß er in der That als Südoſt heraufkommt, wie man ihn zu dieſer Jahreszeit wirklich zwiſchen dem zweiten und zehnten Grade ſüdlicher Breite findet, daß er aber an den öſtlichen Bergen Aſiens gebrochen in ſüdweſtlicher Richtung von denſelben gegen Indien zurückprallt und ſich daſelbſt der auf ſeinem weiten Wege über das Meer geſammelten wäſſerigen Dünſte entladet; ſo hätte man damit zugleich eine Erklärung gefunden, warum ſich der während des Winters von Indien her ſtrömende Nordoſt jenſeits der Mittellinie wo er von den afrikaniſchen Bergen zurückgeworfen wird, in einen Südweſt verwandelt. Der Wind zwiſchen Madagaskar und Afrika entſteht wahrſcheinlich aus einer ganz ähnlichen Urſache. Er ſtrömt während des dortigen Sommers vom Oktober bis zum Mai nach dem warmen Lande, und während der Entfernung der Sonne von dieſen Gegenden weſtwärts nach dem alsdann wärmeren Meere zu. Auf eine ähnliche Weiſe kann man hoffen, bei genauerer Kenntniß aller örtlichen Umſtände

von den übrigen regelmäßigen Wechſelwinden ebenfalls hinlängliche Urſache angeben zu können.

An den Küſten des veſten Landes und auf den Inſeln findet man, vorzüglich zwiſchen den Wendekreiſen, abwechſelnde See- und Landwinde. Jene wehen bei Tage, dieſe bei Nacht. Die untere Luft über dem Lande iſt nämlich, weil das Land ſchneller als das Meer die Wärme annimmt und verliert, bei Tage wärmer und alſo dünner, bei Nacht kälter und dichter, als die nächſt angränzende Luft über dem Meere, und bei klarem Himmel iſt der Unterſchied am größten; die wärmere Luft wird ſich alſo jedesmal erheben und die kältere wird dagegen von unten hinzuſtrömen. Auch auſſer den Wendekreiſen z. B. im mittelländiſchen Meere, ſpürt man dieſe tägliche Veränderung des Windes.

Auſſer den Wendekreiſen regieren die unbeſtändigen Winde. Die beſondere Beſchaffenheit und Lage der Länder, beſonders der Zug der Bergketten, beſtimmen die Winde, welche in jeder Gegend am häufigſten ſind; aber die Urſachen, wodurch die Luft in Bewegung gerathen kann, ſind zu mannigfaltig, als daß man hoffen könnte, alle Veränderungen der Winde jemals unter veſte Geſetze zu bringen. Auf die Gegenden, woher ein Wind bläſet, kommt es an, ob er trocken oder feucht, kalt oder warm iſt: ſo iſt der Oſtwind an der weſtlichen Küſte von Afrika ungemein warm, weil er über die ganze Breite dieſes immer ſtark erwärmten Welttheils fortgegangen iſt, wenn er dahin gelangt; eben derſelbe Oſtwind aber kommt kühl an der öſtlichen Küſte von Amerika an, weil er über das weniger erwärmte atlantiſche Meer dahin kommt. Der Südwind, der in unſern Gegenden warm iſt, bringt in denen Ländern, die an der Nordſeite der Alpen, oder anderer hoher Gebirge liegen, Kälte hervor. Wenn die Winde über große Strecken veſten Landes gegangen ſind, ſo ſind ſie trocken: wenn ſie aber über das Meer kommen, ſind ſie feucht und regnicht. In hohen Gegenden ſind die Winde heftiger, als in niedrigen; weil ſie auf der Erde an allen hervorragenden Gegenſtänden aufgehalten und in ihrer Geſchwindigkeit vermindert werden. Daher empfindet man in einem dichten Walde den Wind weniger als auf freiem Felde: deshalb ſetzt man auch die Windmühlen gewöhnlich auf Anhöhen, wo der Wind ſie freier treffen kann, der zuweilen auf den Spitzen hoher Berge ſo heftig iſt, daß ſelbſt Menſchen der Gefahr davon niedergeworfen zu werden, nicht anders ausweichen können, als wenn ſie ſich der Länge nach auf die Erde niederlegen, und daß es mehrere Beiſpiele davon giebt, daß ganze Kirchthürme mit ihren Glocken 100 Schritt weit durch ſtarke Stürme fortgeführt ſind. An den Bewegungen der Wolken ſieht man, daß oft zwei

Winde in entgegengeſetzter Richtung übereinander in der Luft wehen, eben ſo wie es im Meere entgegengeſetzte Ströme giebt.

Ein Wind heißt ſanft, wenn er in einer Secunde 10 Fuß durchläuft; mäßig bei einer Geſchwindigkeit von 16, ſteif bei einer von 24 Fuß; hart, wenn er 35; ein kleiner Sturm, wenn er 43; ein mittelmäßiger, wenn er 49; ein ſtarker Sturm, wenn er 54; und ein europäiſcher Orkan, wenn er 60 Fuß in einer Sekunde durchläuft. Der letzte wirkt auf jeden Flächenfuß mit einer Kraft von 5⅞ Pfund. In Petersburg hat man den 24ſten März 1741 einen Wind von 109, ja ſogar den 10ten September 1736 von 123 rheinländiſche Fuß Geſchwindigkeit in einer Secunde beobachtet. Ein ſolcher Sturm wird auf einen Flächenfuß mit einer Kraft von 27 Pfund ſtoßen. Hieraus läßt ſich berechnen, daß er gegen einen Thurm, der 150 Fuß hoch und auf jeder Seite 30 Fuß breit iſt, eine Gewalt von mehr als 9 Millionen Pfund ausüben muß. Die beſtändigen Winde wehen gleichmäßig und gelinde, ihre Geſchwindigkeit beträgt nicht über 10 bis 15 Fuß in einer Secunde.

An der öſtlichen und weſtlichen Küſte von Afrika, am Vorgebirge der guten Hoffnung, auch an den Antillen, entſtehen nicht ſelten fürchterliche Stürme oder Orkane, die bald aus einer ſchwarzen, über Bergen ſich plötzlich ausbreitenden, bald aus einer am Geſichtskreiſe aufſteigenden feuerfarbnen Wolke entſpringen. Vielleicht geht bei dieſen Ereigniſſen ein plötzlicher Uebergang des luftförmigen Waſſers in tropfbares vor, wodurch die Luft mit Heftigkeit in den entſteh nden leeren Raum hineindringt. Wenn zugleich Elektricität erzeugt wird, ſo iſt die Wirkung deſto heftiger. Dieſe aus entſtehenden Wolken hervorbrechenden Stürme (Travados) ſind zuweilen ſo unregelmäßig und heftig, daß ſie alle Richtungen des Compaſſes durchlaufen, Schiffe umwerfen und alle ihrem Laufe entgegenſtehenden Hinderniſſe zerſtören. Die Travaten am Vorgebirge der guten Hoffnung entſpringen gewöhnlich am Tafelberge aus einer einzelnen kleinen, runden, ſchwarzen Wolke, die von ihrer Geſtalt das Ochſenauge genannt wird. Auf der Küſte von Guinea giebt es zwei bis drei ſolche Travados in einem einzigen Tage während des April, Mai und Juni: eben ſo in Lorenzo an der Weſtküſte von Afrika. Auf Isle de France iſt es in gewiſſen Jahreszeiten ſehr gewöhnlich, daß bei ſehr heiterem Himmel eine kleine Wolke entſteht, die erſt einige Tropfen fallen läßt, worauf ſich der ganze Himmel zu beziehen anfängt, und ein heftiger Platzregen, doch ohne Sturm, erfolgt.

Zwei faſt neben einander in entgegengeſetzter Richtung ſtreichende Winde erregen

einen Wirbelwind; oder wenn ſie einander gerade begegnen, und von gleicher Stärke ſind, eine Windſtille. Auf dem atlantiſchen Meere herrſcht in dem ſchmalſten Theile deſſelben, zwiſchen 10 und 4 Graden Norderbreite, eine mit Gewitter und Regen verbundene, nur durch kurze, plötzliche Windſtöße unterbrochene Windſtille, welche den Seefahrern, beſonders vom April bis zum September, ſehr unangenehm iſt. Das Aufſteigen der Waſſerdünſte wird durch die Windſtille befördert.

Solche entgegengeſetzte Winde faſſen oft eine Wolke, verdicken ſie in eine Waſſerſäule oder einen Kegel, und drehen dieſe ſchnell im Kreiſe herum, ſo daß vermöge der Fliehkraft inwendig ein leerer Raum entſteht. Das Waſſer der See und die unter der Säule etwa befindlichen Körper werden in jenen luftleeren oder verdünnten Raum hinaufgezogen, oder durch die Winde ſelbſt im Kreiſe in die Höhe getrieben. Ohne Zweifel miſcht ſich auch die Elektricität dazu; denn man hat Blitze dabei bemerkt. Vielleicht iſt ſelbſt die Anziehung des Waſſers und anderer Körper eine Wirkung der elektriſchen Kraft, die wohl auch bei Wirbelwinden geſchäftig ſeyn mag. Dergleichen Waſſerſäulen werden Waſſerhoſen genannt, haben zuweilen über 300 Fuß im Durchmeſſer, ſtehen zuweilen lothrecht, bisweilen ſchief- oder krummlinig und ſind von verſchiedener Dauer. Sie verſchwinden zuweilen mit einem Blitze: oft entſteht auch an der Stelle der verſchwundenen ſogleich eine andere. Sie ſind in ihren Wirkungen ſehr gefährlich; denn ſie zerſtören alles was ſie auf ihrem Gange antreffen. Auch unterirdiſches Feuer kann die Veranlaſſung dazu ſeyn: das Waſſer kocht zuweilen, raucht, brauſet und ziſcht, die Luft riecht ſchwefelhaft, die erhobene Säule bleibet auf einer Stelle. Im chineſiſchen Meere, welches wegen des unterirdiſchen Feuers warm iſt, iſt dieſe letzte Art von Waſſerhoſen am häufigſten. Auch auf dem Lande entſtehen zuweilen dergleichen Wetterſäulen oder Wetterwirbel, wobei ſich entweder die herabgeſtreckte Wolke, oder die erhobene Säule von Sand, Staub und Erde mit ſchnellen Wirbeln fortbewegt, und Häuſer, Bäume, nebſt allem, was ſie ſonſt auf ihrem Wege antrifft, mit ſich fortreißt und zerſtört. Die Wolken ſcheinen ſich dabei zuweilen von allen Theilen des Geſichtskreiſes her in einem einzigen Punkt zu vereinigen und mit unbegreiflicher Geſchwindigkeit zur Erde niederzuſtürzen. Auch bei dieſen Wetterſäulen des veſten Landes hat man Blitze aus dem obern Theile herausfahren geſehn, die von den niederſtürzenden Wolken herausgelockt zu werden ſcheinen.

Noch verdienen einige beſondere Winde angeführt zu werden. An der weſtlichen Küſte von Afrika, beſonders am Senegal, auch in Guinea weht im December,

Januar, Februar und mehrentheils im April einige Tage hindurch ein ungemein austrocknender, nicht eben vorzüglich warmer, aber mit einem dicken Nebel begleiteter Oſt-Wind aus dem innern Afrika, Harmattan genannt. Er iſt den Pflanzen höchſt nachtheilig, macht die unbedeckte menſchliche Haut wund und juckend, und trocknet, wenn er lange anhält, das Oberhäutchen ſo aus, daß es ſich abſchält. Uebrigens iſt er der Geſundheit ſehr zuträglich, und hebt die Wechſelſieber und faulichten Krankheiten: vielleicht enthält er viele Lebensluft oder auch viele Elektricität. Er macht bei unbewölktem Himmel die Luft undurchſichtig, ſo daß man während ſeines Wehens oft nicht zwanzig Schritte weit ſehen kann. Oft ſondert ſich, wenn es ſich nachher aufklärt ein bräunlicher unfühlbarer Staub aus der Luft, der alles liniendick bedeckt. Dieſen Staub ſowohl als die austrocknende Eigenſchaft bringt der Harmattan ſehr natürlich aus den afrikaniſchen Sandwüſten mit. — Ganz anders iſt der Chamſin beſchaffen, der in Aegypten innerhalb den nächſten 50 Tagen nach der Frühlingsnachtgleiche, ein Paar Tage aus Süden zu wehen pflegt. Er iſt ebenfalls auſſerordentlich trocken, aber zugleich brennend heiß, führt einen unſichtbaren Staub mit ſich, der den ganzen Luftkreis verdunkelt und erſtickt oft die Menſchen: vielleicht enthält er ein Uebermaaß von Stickluft. — Der Smum, oder Samiel, der zuweilen in Arabien um den Euphrat und in Perſien wehet, verbreitet eine ganz beſondere Röthe in der Luft mit ſchwefelartigem Geruche und kniſterndem Geräuſche. Menſchen und Thiere werden von ihm auf der Stelle getödtet, ſo wie ſie ihn einathmen, und ihre Körper fangen ſogleich zu faulen an, als wenn ſie der Blitz erſchlagen hätte. Er hält aber nur etwa eine Viertelſtunde an. Befindet man ſich mitten auf einem Fluſſe, ſo hat man nichts von ihm zu beſorgen: auf dem Lande aber muß man ſich mit dem Geſicht auf die Erde werfen, um ſeiner Wuth zu entgehen; ſelbſt die Thiere ſenken, ſobald er ankommt, ihre Köpfe und halten ſie dicht an die Erde. Vielleicht führt er viele Salpeterluft bei ſich. — Der Siroco, der zuweilen in Sicilien und dem untern Italien ein Paar Tage weht, ſcheint ein durch den Weg über das Meer gemildeter Chamſin zu ſeyn: er dringt zuweilen bis in die Schweitz, wo er unter dem Namen Foen bekannt iſt.

Die Winde ſind in der Haushaltung der Natur überhaupt, ſo wie für den Menſchen inſonderheit, von dem mannigfaltigſten Nutzen. Sie reinigen die Luft von ſchädlichen Dünſten; denn ſchon die früheſten Aerzte haben bemerkt, daß auf lange Windſtillen gewöhnlich bösartige und anſteckende Krankheiten folgen: ſie kühlen die Hitze ab, und mäßigen die Kälte, ſie trocknen aus und erfriſchen, führen Dünſte und Wolken von einem

Theile der Erde zum andern, verhindern den Stillſtand und die dadurch zu beſorgende Fäulniß der Meere, Seen und Flüſſe, bringen unſere Schiffe zu den entfernteſten Gegenden, und ſind die wohlfeilſten Kräfte zur Bewegung vieler nützlichen Maſchinen.

3. Von den Lufterſcheinungen.

Lufterſcheinungen heißen alle im Luftkreiſe ſich ereignenden Naturbegebenheiten oder Erſcheinungen, welche man gewöhnlich in luftige, wäſſerige, feurige und glänzende einzuthei-len pflegt. Die luftigen ſind die Winde, von welchen ſo eben das merkwürdigſte ang[illegible] iſt. Die wäſſerigen werden durch die Auflöſung des Waſſers in der Luft, welche die Dünſte bildet, ferner durch Zuſammenſetzung des Waſſers aus den in dem Dunſtkreiſe befindlichen Luftarten, worein es zerlegt werden kann, und durch Vereinigung dieſer Waſſervorräthe mit gewiſſen Graden von Hitze und Kälte, oder mit Lufterſcheinungen anderer Art, beſonders mit der Luftelektricität, hervorgebracht: zu ihnen gehört der Thau, Reif, oder gefrorne herabfallende Dünſte, Nebel oder ungefrorner Reif, Wolken, oder ein aus der Ferne in beträchtlicher Höhe geſehener Nebel, der Regen, oder zuſammengefloſſene niedergefallene Dünſte, der Schnee oder kryſtalliſirte gefrorne Dünſte, endlich das Glatteis, der Hagel und die Waſſerhoſen. Zu den feurigen, richtiger zu den elektriſchen und phosphoriſchen, bei welchen aber der Antheil, welchen elektriſche Kraft, brennbare Dünſte und mancherlei Luftarten dabei zu haben ſcheinen, noch nicht genau beſtimmt iſt, gehören Blitz und Donner, das Wetterleuchten, das Nordlicht, die Feuerkugeln, Sternſchnupfen, Irrlichter und Irrwiſche; indeſſen iſt es doch zweifelhaft, ob ſich nicht einige dieſer feurigen Erſcheinungen jenſeits unſerer Atmoſphäre befinden. Zu den glänzenden Lufterſcheinungen, welche von einer beſondern Brechung der Lichtſtrahlen unter verſchiedenen Umſtänden entſtehn, gehören Regenbogen, die Höfe, Nebenſonnen und Nebenmonde. Die ausführliche Erklärung aller dieſer Erſcheinungen gehört in die Naturlehre, die ſich aber bis jetzt noch wenig rühmen kann, darüber hinlängliche und gewiſſe Auskunft gegeben zu haben.

4. Von der Witterung.

Die Witterung eines Landes iſt der Erfolg von einer ſehr großen Menge ganz verſchiedener Umſtände. Die Kälte und Wärme wird zwar, wie wir oben geſehn haben, zum Theil durch die größere oder geringere Entfernung von der Mittellinie beſtimmt, aber

wir haben auch ſchon angeführt, daß es dennoch auch unter der Mittellinie Gegenden giebt, in welchen ein ewiger ungeſchmolzener Schnee liegt. Die verſchiedene Höhe der Länder, oder ihre ungleiche Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde, iſt dem zufolge ein Hauptumſtand, wovon die Wärme und Kälte in einem Lande abhängt; ein höheres Land wird allemahl mehr Kälte haben, als ein niedrigeres unter gleichen Lagen der Breite. So hat Quito, ob es gleich dicht an der Mittellinie gelegen iſt, wegen ſeiner hohen Lage über keine unausſtehliche Hitze zu klagen, und Sibirien würde weit wärmer ſeyn, wenn es weniger hoch läge.

Nicht weniger wichtig iſt für die Witterung eines Landes die Lage ſeiner Berge. Oeffnen dieſe denjenigen Winden den Zugang, welche von einer kälteren Gegend herwehen; ſo muß das Land nothwendig kälter ſeyn, als wenn Winde durch Gebirge zurück gehalten würden, oder die von einer wärmern Gegend herkommenden Winde, darüber hinſtreichen könnten. Einen gleich ſtarken Einfluß haben die Berge auf die Feuchtigkeit oder Trockenheit eines Landes, je nachdem ſie den vom Meere her wehenden Winden den Zugang geſtatten oder verwehren. Ein merkwürdiges Beiſpiel von dieſem Einfluſſe ſieht man an dem diſſeitigen Indien, welches durch die längs der malabariſchen Küſte fortlaufende Kette der Gatesberge in zwei Stücke getheilt wird, deren Witterung einander immer entgegengeſetzt iſt. Die während des Sommers wehenden Südweſtwinde bringen an der ihnen offenen Küſte von Malabar einen viermonatlichen Regen hervor; aber ſie ſetzen ihre Wolken an den Gipfeln der Gatesgebirge ab, und die Luft iſt, wenn ſie von hier nach der entgegenſtehenden öſtlichen Küſte, oder nach Coromandel gelangt, heiter und trocken. Während des Winters hingegen erkalten die hohen gatiſchen Berge viel ſchneller und ſtärker als die tieferen Gegenden und das Meer; die von ihrer Kälte verdichtete Luft muß daher herabſinken, und zieht, wie allemahl die kältere Luft, in der Tiefe längs der Erdfläche gegen das Meer hin. So entſteht in Coromandel vom November bis zum Januar ein von den Gebirgen her wehender Weſtwind, und da die vom Meere her in der Höhe zuſtrömende wärmere Luft über dem Lande und beſonders an den Bergen erkältet wird; ſo ſchlagen ſich aus ihr die Dünſte nieder und veranlaſſen nun an der Küſte Coromandel lange und anhaltende Regen, während man an der Küſte Malabar klares Wetter bei einem gelinden Nordoſtwinde hat.

Die Nähe des Meeres bringt in einem Lande eine größere Gleichförmigkeit zwiſchen Wärme und Kälte hervor, als wenn daſſelbe von allen Seiten durch große Landſtrecken

begränzt iſt. Das Meer iſt im Winter wärmer und im Sommer kälter als das veſte Land; weil es weniger als dieſes die Wärme leitet und annimmt, und langſamer erwärmt und erkältet wird: ſeine Nachbarſchaft muß daher ſowohl die Hitze als die Kälte der Küſtenländer und der Inſeln mäßigen; aber die Luft daſelbſt auch trüber und feuchter machen.

Die Wälder machen theils ein Land kälter, als es ohne ſie ſeyn würde, indem ſie die Sonnenſtrahlen abhalten, daß ſie den Boden nicht erwärmen können; theils machen ſie es auch feuchter, indem ſie die Wolken an ſich ziehen, und dadurch gewöhnlich in ihrem Innern Sümpfe und Brüche hervorbringen. Daher ſind die ehemals fruchtbaren, volkreichen und mit Waſſer reichlich verſehenen Inſeln des grünen Vorgebirges jetzt beinahe ohne Einwohner und ohne Waſſer, weil die Wälder auf ihren hohen Bergen ausgerottet ſind. Auch auf Barbados iſt die Fruchtbarkeit ſeit der Ausrottung der Wälder ſehr vermindert, indem es jetzt kein anderes Waſſer daſelbſt giebt, als was zur Regenzeit geſammelt wird. Eben ſo kann ein Land durch Ausrottung ſeiner Waldungen nicht nur ſelbſt beträchtlich wärmer werden, ſondern auch den Himmelsſtrich in den benachbarten Ländern milder machen. So hat der vermehrte Anbau Deutſchlands und die Verwandlung ſeiner ungeheuren Wälder in Ackerland nicht nur Deutſchland ſelbſt, ſondern ſogar Italien, zu merklich wärmern Ländern gemacht, als ſie zu den Zeiten der alten Römer waren. Auch in Nord-Amerika zeigen ſich ſchon dieſe Folgen des Anbaues. In Philadelphia ſind ſeit 50 Jahren die Winter weit gelinder geworden.

Der Grad von Feuchtigkeit in der Luft hängt außer der größern oder geringern Entfernung vom Meere theils von der Menge der Gewäſſer in einem Lande, theils, wie wir oben geſehen haben, von ſeinen Waldungen, und theils von der Zahl tiefer Niedrigungen ab, in welchen ſich Waſſer ſammelt. Da die letzten meiſtens nur ſtehendes Waſſer enthalten, ſo ſind ſie es vorzüglich, welche ein Land durch die faulichte Ausdünſtung der Sümpfe ungeſund machen.

Die Wiſſenſchaft, deren Zweck es iſt, die Veränderungen in der Witterung ſamt ihren Urſachen anzugeben, und vorher zu beſtimmen, (die Meteorologie), hat in unſern Zeiten durch wichtige Verbeſſerungen und Vermehrungen der Werkzeuge, und durch zahlreiche Vervielfältigung, Sammlung und Vergleichung der Beobachtungen ſehr viel gewonnen; doch iſt ſie noch weit von ihrer Vollkommenheit entfernt, und die Beobachtungen werden noch lange fortgeſetzt, und vorzüglich an vielen von einander entlegenen Orten zu gleicher Zeit, mit gleichen Werkzeugen, mit gleicher Genauigkeit, und mit gleicher Aufmerkſamkeit

auf alle für die Witterung wichtige Umſtände angeſtellt werden müſſen, ehe man Geſetze entdecken kann, die zur Vorherſagung ſo verwickelter Erſcheinungen, wobei ſo viele und ſo mannigfaltige Umſtände zuſammenwirken, hinlänglich ſeyn mögten. Der Gedanke an eine regelmäßige Wiederkehr der Witterung nach gewiſſen Jahren wird ſich ſchwerlich beſtätigen: der Einfall, daß die Stellungen der übrigen Weltkörper gegen einander und gegen unſere Erde einen beträchtlichen Einfluß auf die Veränderungen in unſerm Luftkreiſe haben, iſt nichts weiter als ein leerer Traum: die Einwirkungen des Mondes auf die Witterung ſcheinen dagegen durch Toaldo's Erfahrungen ziemlich erwieſen.

IV.

Von den Veränderungen des Erdbodens, den Erdbeben, und den feuerſpeienden Bergen.

Die Erde iſt nicht weniger, als alles, was ſich darauf befindet, mancherlei Veränderungen unterworfen. Die größten hat ſie in Zeiten erlitten, bis zu welchen unſere Geſchichte nicht hinausreicht, und dieſen verdankt ſie ihre jetzige Geſtalt; kleinere, welche einzelne Stücke ihrer Oberfläche plötzlich umwandeln, erleidet ſie noch jetzt zuweilen; aber außerdem erfährt ſie noch manche andere, die weniger in die Augen fallen, und nur nach mehreren Jahren bemerkbar werden, die aber doch darum nicht ganz unwichtig ſind.

Einen Theil dieſer Veränderungen bewirkt der Menſch, indem er täglich fortfährt, ſeinen Wohnplatz der Befriedigung ſeiner ſämtlichen Bedürfniſſe ſtets angemeſſener zu machen, und ihn immerfort zu verſchönern. Das Aushauen der Wälder, das Austrocknen der Moräſte, die Eindämmung der Flüſſe und des Meeres zur Verhütung der Ueberſchwemmungen, die Anlage von Kanälen zur Vereinigung getrennter Ströme, und die Urbarmachung neuer Felder, verändern das Anſehn der Erde ununterbrochen, und haben ſogar, wie wir eben angeführt haben, auf die Witterung einen nicht unmerklichen Einfluß.

Auch die Hand der Natur arbeitet an der Veränderung der Erdfläche. Berge runden ſich durch Verwitterung, Regen und Stürme immer mehr ab; kahle Felſen und Inſeln werden zuerſt mit Moos, allmählig mit größern Pflanzen, und dann auch mit Thieren beſetzt; die Ströme ebnen ſich ihre Betten, oder verändern ihre Mündungen, wenn ſie an einer Stelle zu vielen Sand und Schlamm abgeſetzt haben; Bergſtröme eröffnen ſich oft ganz neue Wege; ſo ſchnitt ſich der Fluß Wada in Nord-Helſingland den 5ten

Mai 1762 bei einem ſtarken Eisbruch und Sturm in wenigen Stunden mit ſchrecklichem Getöſe einen neuen 1328 Fuß langen Weg mit einen 21 Fuß hohen Waſſerfall aus, ſo daß er jetzt 16 Fuß höher fließt als ehemals. An einigen Orten ſenkt ſich die Erdfläche, wovon man häufige Beweiſe findet. Von alten Mauern und Heerſtraßen trifft man Ueberbleibſel unter der Erde beſonders in vielen Gegenden Englands und Italiens an. In den Torfmooren der Inſel Seeland liegen viele Kienbäume mit den Wurzeln begraben. Bei Brügge in Flandern werden in einer Tiefe von 40 bis 50 Fuß ſehr wohl erhaltene Bäume, ſo dicht wie in einem Walde gefunden. In der Gegend von Arezzo, in einem Thale des Arno liegt ein ganzer Wald unter der Erde. Vielleicht haben große Fluthen einſt dieſe und ähnliche Waldungen umgeſtürzt; vielleicht ſind ſie durch einen Erdfall geſunken, welcher nichts ganz ſeltenes iſt, worin man ſchon hohe Berge verſinken geſehn hat, und der ſehr leicht in einer Gegend entſtehen kann, wenn die Erdrinde durch unterirdiſche Waſſer fortgeſchwemmt iſt; daher auch gewöhnlich ein Sumpf oder ein See die Stelle des verſunkenen Erdreichs einnimmt; vielleicht ſind ſie bei einem Erdbeben hinabgeſtürzt, durch welches zuweilen Städte und Dörfer verſchlungen werden. Als ein Beiſpiel von den vielfachen Veränderungen, welche die Oberfläche der Erde erlitten haben muß, und wovon bei Beſchreibung der einzelnen Länder umſtändliche Nachrichten vorkommen werden, führe ich hier nur die Gegend von Modena an. Man findet 14 Fuß tief unter der Stadt und unter der Nachbarſchaft Boden von Häuſern, muſiviſche Arbeiten, Straßen und allerlei Trümmer; unter dieſen wieder eine mit Gewächſen vermiſchte Schicht; 26 Fuß tief kommt man auf Nußbüſche und allerlei Bäume; in einer Tiefe von 28 Fuß kommt man auf eine 11 Fuß mächtige und mit Schnecken vermiſchte Kreideſchicht, wo man alſo einen ehemaligen Meeresboden erreicht hat; aber unter dieſer Lage geräth man wieder auf Gewächſe Zweige, Laub und andere Ueberbleibſel des Pflanzenreichs. So findet man wechſelsweiſe Spuren eines früheren veſten Landes zwiſchen Meeresgrund gelagert bis zu einer Tiefe von 63 Fuß, wo ſich ein mit Schnecken vermiſchter Sand zeigt, ſo wie man ihn an den italieniſchen Küſten antrifft. Dieſe öftern Verwandelungen des bewachſenen und bebaueten Bodens in Meeresgrund müſſen zuweilen plötzlich geſchehen ſeyn, indem Hacken und andere Werkzeuge daſelbſt im Stiche gelaſſen ſind.

Die Gränzen des Meeres ſind nicht weniger veränderlich, als das Anſehn der Erdfläche. An vielen Orten ſcheint das Meer die Scheidewand zertrümmert zu haben, die es von andern Meeren trennt. So iſt es z. B. nicht unwahrſcheinlich, daß Frankreich

und England ehemals zuſammengehangen haben, ehe die Straße von Calais durch das atlantiſche Meer durchbrochen wurde. Theils kann man dieß aus der meilenlangen Uebereinſtimmung der beiden Kanal-Ufer in Anſehung ihrer Lage, Höhe und Beſtandtheile ſchließen; theils wird dieſe Muthmaßung dadurch beſtätigt, daß es ehemals in England Bären und Wölfe gab, die wohl Niemand mit Fleiß nach einer Inſel hinüber führen wird. Eben ſo iſt vielleicht in ſehr frühen Zeiten Sicilien von Italien und Malta von Sicilien abgeriſſen. Mit dem Feuerlande, mit Ceylon und mit ähnlich gelegenen Inſeln hat es vielleicht eine gleiche Bewandniß. Wenn man auf den beiliegenden Abbildungen der öſtlichen und weſtlichen Halbkugel die allenthalben gegen Süden aus hohen Gebirgen beſtehenden und zugeſpitzten Enden des veſten Landes bei Süd-Amerika, Afrika, Arabien, die beiden indiſchen Halbinſeln, Neuholland und Kamſchatka, und eben ſo die ſüdwärts ins Meer ſich hervorſtreckenden Enden des europäiſchen und faſt alles veſten Landes anſieht: ſo iſt man gezwungen eine ſüdweſtliche große Fluth mit Forſter anzunehmen, welche dem veſten Lande ſeine jetzige Geſtalt gegeben und dann wahrſcheinlich auch die oſtwärts bei den großen ſüdlichen Landſpitzen gewöhnlich anzutreffenden Inſeln von dem veſten Lande losgeriſſen hat. Auſſer dieſer über die ganze Erdfläche ſich erſtreckenden Hauptverwandlung ſcheint das Meer in ſeinen einzelnen Gränzen zuweilen große Veränderungen erlitten zu haben. Es gab ſogar eine Zeit, wo das mittelländiſche Meer noch keinen Zuſammenhang mit dem atlantiſchen hatte, und wo ſeine Buſen bis an die Apenninen und bis an die Gebirge Ober-Egyptens reichten.; denn die große Ebene der Lombardie trägt, ſo wie ganz Nieder-Egypten, unverkennbare Spuren davon an ſich, daß ſie nicht ſowohl von dem Meeresboden emporgehoben, als vielmehr von demſelben verlaſſen worden ſind. Eben ſo ſcheint die Verbindung des ſchwarzen Meeres mit dem mittelländiſchen erſt lange nach der Bildung ihrer Betten eingetreten zu ſeyn, und die Meerenge bei den Dardanellen iſt vielleicht noch jünger als die Meerenge bei Gibraltar. Denn man muß es beinahe als erwieſen annehmen, daß das ſchwarze Meer ehemals mit dem kaspiſchen und dem Aral-See zuſammen gehangen, und daß das kaspiſche Meer vordem eine viel größere Strecke Landes bedeckt hat. Der nur neuerlich wieder von dem großen Naturforſcher Pallas bereiſete Salzboden der kaspiſchen Steppe beweiſet unwiderleglich den ehemaligen Zuſammenhang des kaspiſchen und aſowiſchen Meeres. Längs dem Kuma und von da nach Mozdok zu ſieht man deutlich das ehemalige Meerufer ſich erheben, und, ſo wie das hohe Land längs der Sarpa einen beträchtlichen Abſatz bilden. Auch haben ſich die oberhalb dieſes Abſatzes auf

der Fläche des Kaukaſus einheimiſchen Pflanzen noch nicht über den Rand derſelben auf dieſes neue Land verbreitet, welches noch nichts weiter als ſeine Salzpflanzen hervorbringt. Auch in der Gegend am Jei iſt wieder ehemaliger Meeresboden anzutreffen, aber mit hoher ſchwarzer Seemoor-Erde bedeckt, doch wenig über den Waſſerſpiegel des aſowiſchen Meeres erhöht.

Nicht alle Abänderungen der Meeresgränzen ſind indeſſen die Folgen großer in die Augen fallender Naturbegebenheiten. Einige erfolgen aus langſam und allmählig wirkenden Urſachen und werden nur nach einer Reihe von Jahrhunderten bemerkbar. An der ſchwediſchen Küſte ſcheint ſich die Oſtſee, und an Islands Küſten die Nordſee immer weiter zu entfernen; an die Südküſte, dagegen ſcheint er ſie mehr hinanzudrängen und neue zuweilen auch ſehr gewaltſame Eroberungen zu machen. Bei Schottland und den Hebriden greift das Meer ziemlich ſchnell, vorzüglich an der Weſtſeite weiter, und vielleicht haben die hebridiſchen Inſeln ehemals mit dem veſten Lande zuſammengehangen. Der dortrechtiſche Werder, ein weitläuftiger Landſtrich von 72 Dörfern, ward im Jahr 1421 in einer Nacht vom Meere überſtrömt und in die Inſel verwandelt, worauf die Stadt Dortrecht liegt. Im Jahr 1446 ertranken über 10,000 Perſonen um Dortrecht, und über 100,000 in Friesland und Seeland. Das atlantiſche Meer ſcheint an ſeiner Oſtküſte zu verlieren; denn zwiſchen Rochelle und Luçon iſt ein großes Stück Landes entblößt, und eben ſo hat man bei Lima in Süd-Amerika Anzeigen, daß das Waſſer ehemals einige Meilen weiter ins Land gegangen ſeyn muß: an ſeiner Weſtküſte dagegen, an den öſtlichen Küſten von Amerika thut das Meer Eingriffe in das Land; denn in Neu-Schottland und in Cheſapeak-Bay ſieht man Stöcke von Bäumen unter Waſſer. Dieſe Erſcheinung iſt wahrſcheinlich eine Folge des immerwährenden Oſtwindes zwiſchen den Wendekreiſen und der ebenfalls von Oſten nach Weſten wirkenden Ebbe und Fluth. Vielleicht rühren hiervon zum Theil die an den öſtlichen Küſten Aſiens und Amerika's, beſonders zwiſchen den Wendekreiſen, häufigen Inſelgruppen her, die dann vielleicht nur die unzerſtörbarſten Ueberbleibſel eines ehemaligen zuſammenhängenden veſten Landes wären. Das mittelländiſche Meer hingegen wird an beiden Ufern kleiner. Aiguesmortes in Languedoc und Damiette in Egypten waren im Jahr 1240 Seehäfen, jetzt ſind ſie weit von der See. Bei der Mündung der Rhone ward im Jahr 1737 ein Thurm an dem damaligen Seeufer erbaut, der jetzt anderthalb Stunden weit davon liegt. So ſtand auch ein Thurm, den Pabſt Pius V. an dem Ufer der Tiber erbauen ließ, nach 145 Jahren 1000 Schritte davon entfernt.

Das adriatiſche Meer zieht ſich von der Weſtküſte zurück, und dringt dagegen an der dalmatiſchen Küſte und bei Trieſt tiefer ins Land ein. Die Oſtküſte von Kleinaſien ſcheint ſich zu vergrößern; an der ganzen Küſte des arabiſchen Meerbuſens findet man Beweiſe, daß das Waſſer ſich zurückgezogen habe. Denn die meiſten alten Seeſtädte an der Weſtküſte Arabiens ſind jetzt Landſtädte geworden; wahrſcheinlich weil der von den Oſtwinden herbeigeführte Sand die Küſte vergrößert. Auch in dem perſiſchen Meerbuſen ſcheint ſich das Meer zurückzuziehen.

Ob aber die Fläche des Meeres im Ganzen abnimmt, oder ob das Meer an einer Stelle eben ſo viel gewinnt, als es an andern verliert, iſt nach den bisherigen Beobachtungen noch nicht mit Gewißheit zu entſcheiden. Die Korallenklippen, und die Inſeln der Südſee, deren Boden aus Korallen beſteht, würden ſehr für die allgemeine Erniedrigung des Meeres beweiſen, da die Korallen nie anders als unter dem Waſſer erzeugt werden, wenn man nicht auch annehmen könnte, daß dieſe Inſeln und Klippen entweder durch Erdbeben, oder durch die älteſten Erdumwandelungen, welche die Berge aus dem Meeresboden in die Höhe gehoben haben, aus dem Waſſer hervorgegangen ſeyn können.

Die fürchterlichſten Wirkungen in der Natur, welche Veränderungen auf der Erdfläche hervorbringen, ſind die Erdbeben und die Ausbrüche der feuerſpeienden Berge. Beide hängen genau mit einander zuſammen. Die Erſchütterungen des Erdbodens äuſſern ſich auf verſchiedene Arten. Zuweilen ſind es waagerechte Schwingungen, wie bei dem Erdbeben zu Liſſabon, wo ſie faſt ein ganzes Jahr anhielten. Das Waſſer folgt dieſer Erſchütterung am merklichſten. Wenn ſolche Schwankungen heftig und ungleich ſind, ſo wird der Grund und alle darauf ſtehenden Gebäude dadurch zerſtört.

In andern Fällen iſt die Erſchütterung des Erdbodens aufwärts gerichtet. Auch dieſer Bewegung folgt das Waſſer wegen ſeiner Flüſſigkeit ſchneller als die Erdrinde. Es ſtieg den 1ſten November 1755 zu Liſſabon mehr als 30 Fuß über ſeine gewöhnliche Höhe, und zog ſich gleich darauf wieder ſo ſehr zurück, daß der Tajo in der Mitte trocken ward. Vier Minuten nachher ſtieg es wieder über 30 Fuß, und ſo wechſelsweiſe dreimal. Bei der Zerſtörung von Lima im Jahr 1746 war die Bewegung der See noch ſchrecklicher: auch ſpürte man damals innerhalb 24 Stunden über 200 Stöße; 23 Schiffe wurden verſenkt; gegen 4000 Perſonen kamen um, und innerhalb 3 Minuten war der größte Theil der Stadt zerſtört. Bei einem ſtarken Erdbeben wird die Erdrinde, wie bei dem Aufſliegen einer Miene, in die Höhe gehoben, und ſinkt zugleich an andern Stellen, ſo

daß Berge einſtürzen, und neue Seen, Moräſte und Quellen entſtehen. Die Inſel Trinidad von Terra Firma ward im J. 1766 durch ein Erdbeben ſo verändert, daß die höchſten Berge faſt der Ebene gleich wurden. Auf der Inſel Mindanao ward im J. 1640 der Gipfel eines Berges über eine deutſche Meile weit weggeſchleudert. Ohne Zweifel ſind durch dieſe aufwärts gerichtete Bewegung der Erdbeben mehrere Inſeln z. B. die lipariſchen, ſo wie einige im ägeiſchen Meere, in der Nachbarſchaft der azoriſchen, und in andern Weltgegenden entſtanden, wenn man es auch nicht wahrſcheinlich findet, daß unſer ganzes veſtes Land durch unterirrdiſches Feuer aus der Tiefe des Meeres emporgehoben ſei. Auch in neuern Zeiten giebt es Beyſpiele von ſolchen bei Erdbeben theils erſchienenen, theils auch dadurch verſenkten Inſeln. Das neueſte davon iſt unſtreitig dasjenige, welches ich ſo eben aus einem Briefe des berühmten Naturforſchers Pallas vom 3ten Februar 1800 an meinen Freund, den hieſigen Hofapotheker Herrn Meyer, erfahre. Er meldet darin, daß den 5ten September 1799 im aſowſchen Meere, dem alten Temruk gegenüber, etwa 150 Faden vom Ufer, mit einem donnernden Getöſe und endlich mit einem Knall wie aus einer Kartaune, der mit Feuerausbruch begleitet war, eine hügelförmige Inſel, auf einer ziemlich tiefen Stelle neu entſtanden iſt, die noch ohngefähr anderthalb bis zwei Stunden mit einem Auswurfe von Feuer und Dampf angehalten hat, und daß an eben demſelben Tage, da ſich dieſes beim Aufgange der Sonne ereignete, um ſieben Uhr Abends ein ſtarkes Erdbeben am Kuban herauf verſpürt worden iſt. Wahrſcheinlich waren hier, ſo wie dieß öfter der Fall iſt, waagerechte und ſenkrechte Erſchütterungen mit einander verbunden: außer dieſen beiden Arten von Bewegungen beim Erdbeben kennen die Italiener noch eine dritte unter dem Namen der wirbelförmigen.

Welche wichtige Veränderungen auf der Erdfläche durch große Erdbeben verurſacht werden können, davon werden ſich die Leſer eine lebhaftere Vorſtellung machen, wenn ich ihnen einige ſolcher Ereigniſſe, die das bekannte Erdbeben in Kalabrien im Jahr 1783 veranlaßt hat, mit den Worten des großen jezt in Neapel gefangen gehaltenen Mineralogen, Dolomieu, beſchreibe.

Die ſchreckliche Erſchütterung der Fläche Kalabriens, ſagt er, die unter den Trümmern der Städte mehr als zwanzigtauſend Einwohner begrub, ereignete ſich den 5ten Februar, und d a u e r t e z w e i M i n u t e n. Die Städte und alle auf dem Lande einzeln ſtehende Häuſer waren faſt i n e i n e m u n d d e m ſ e l b e n A u g e n b l i c k e geſchleift. — Die Erdlagen, die ſich an den Granit des Fußes mehrerer Berge anlehnten, rutſchten an dem

ſteilen Abhange dieſer veſten Steinmaſſe herab, und ſenkten ſich. Zwiſchen der dichten Maſſe und dem ſandigen Erdreich entſtand eine Spalte, die einige Fuß breit und neun bis zehntauſend Fuß lang war. Mehrere ſo fortrollende Erdlagen wurden ziemlich weit von ihrer erſten Lagerſtätte fortgeführt; die beträchtlichſten Verwüſtungen und Umſtürze aber geſchahen an dem Rande ſteiler Abhänge. Sehr anſehnliche Erdmaſſen, mit Weinſtöcken und Oelbäumen beſetzt, riſſen ſich von der Seite, woran ſie hingen, los und lagerten ſich auf eine einzige Maſſe in dem Grunde der Thäler, ſo daß ſie Kreisbogen beſchrieben, welche die Höhe des Abhangs zum Durchmeſſer hatten. Der obere Theil des Erdlagers, worauf die Bäume ſtanden, war weit von ſeinem eigentlichen Boden weggeſchleudert worden, und blieb in einer ſenkrechten Stellung. An einem andern Orte rollten ungeheure, ebenfalls von der Seite losgeriſſene Steinmaſſen auf untere Abhänge und fielen in die Thäler. Die Kraft dieſer herabſtürzenden Steinmaſſen ward noch durch den Stoß der nachrollenden Erdſtücken verſtärkt, und ſo war es möglich, daß ſie durch große Strecken weggeführt wurden, und doch ihre urſpüngliche Form und Stellung behalten konnten. So erhoben ſich große Berge von ihrem Platze und blieben endlich mitten in Thälern liegen.

Zuweilen fand ein mit großer Gewalt herabſtürzendes Erdlager auf ſeinem Wege kleine Hügel, rollte über ſie fort, bedeckte ſie, und blieb jenſeits derſelben liegen. Wenn ein ſolches Erdlager an die entgegengeſetzte ſteile Höhe traf, ſo erhob es ſich ein wenig und bildete eine Art von gewölbtem Bogen.

Wenn die entgegenſtehenden Gränzen eines Thals zugleich erſchüttert wurden, ſo ſtießen ihre Trümmer zuſammen, und bildeten, durch den Stoß in die Höhe gehoben, in der Mitte des Raumes, welchen ſie füllten, kleine Berge.

Am gewöhnlichſten fielen die obern Erdlagen, in Ermangelung einer untern Grundlage, ſenkrecht und allmählig in großen Schichten oder gleichlaufenden Linien herab, blieben ſo liegen, und lagerten ſich übereinander wie die Stufen eines Amphitheaters. So wurde z. B. ein Weinberg in vier Stücke getheilt, die ſich als Teraſſen eine über der andern niederſetzte, und wovon die unterſte vierhundert Fuß tief fiel.

Die Bäume und Weinſtöcke, die ſich auf einem Erdlager befanden, deſſen ganze Maſſe ſich ſenkte, litten dabei keinen Schaden. Selbſt die daſelbſt befindlichen Menſchen, die theils auf den Bäumen waren, theils den Boden unter denſelben bearbeiteten, wurden oft einige (italieniſche) Meilen weit unbeſchädigt ſo fortgeführt.

Vorzüglich wurden bei ſolchen Erſchütterungen die Thäler, durch Annäherung und Vereinigung ihrer Seitenwände, verengert oder ausgefüllt; der Lauf der Flüſſe ward gehemmt; in einem Augenblick bildeten ſich drei- bis vierhundert Seen in dieſem Theile Kalabriens; Erdlager, die von Anhöhen durchſchnitten waren, wurden geebnet; die Aecker des Landmanns wurden auf das Eigenthum anderer Beſitzer hingeführt; kurz, das ganze Land nahm eine andere Geſtalt an.

Der Stoß, welcher ſich in der Nacht des 5ten Februars ereignete, vergrößerte dieſe Verwüſtungen für Meſſina, Reggio und diejenigen Städte, die durch das erſte Erdbeben deſſelben Tages ſchon erſchüttert worden waren: ein beträchtlicher Theil des Gebirges ſtürzte ins Meer, und brachte den Bewohnern von Scylla den Untergang; denn das Waſſer trat mit einer heftigen Fluth empor. Die Wellen ſtürzten mit Gewalt nach der Ebene und dem niedern Theile der Stadt, und zwölfhundert Perſonen, die ſich am Ufer retten wollten, kamen in den Fluthen um.

Bei der Betrachtung ſo erſtaunlicher Wirkungen darf man ſich nicht wundern, daß große Erdbeben ſehr weit zu ſpüren ſind. Dasjenige, welches den 1ſten November 1755 Liſſabon zerſtörte, hat man von Grönland bis nach Afrika und faſt zugleich geſpürt. Ganz Portugal wurde dadurch erſchüttert und in heftige Bewegung geſetzt, ſo daß mehrere Berge zerborſten und mehrere Gewäſſer verurſachten Ueberſchwemmungen. In Spanien ereigneten ſich zu Cadix, Gibraltar, Grenada, Sevilla, Madrid und an mehrern Orten zugleich mehr oder minder heftige Erſchütterungen: in mehreren Städten der Barbarei wurden ähnliche Bewegungen verſpürt und das Meer ſtieg ſehr über die Küſten empor. Auch Madera ward erſchüttert, und in den gebirgigen Gegenden des ſüdlichen Frankreichs ſind viele flie- ßende Waſſer dadurch verſiegt. Im Genferſee und in andern Seen der Schweiz trat das Waſſer empor und bewegte ſich ſtark. In Mailand und in andern italieniſchen Städten, in Baiern, Schwaben, Franken, in Holland, ſo wie an den Küſten von England Norwegen, Schweden und Island, und ſogar bis nach Grönland hin, ſpürte man an dieſem Tage heftige Erſchütterungen, vorzüglich Bewegungen des Waſſers. An der Inſel Guadeloupe ſogar zog ſich das Meer an dem Tage dieſes großen Erdbebens zweimal zurück, und ſtieg bei der Rückkehr in dem kleinen Kanale zwiſchen den beiden Theilen der Inſel 10 bis 12 Fuß hoch. Bei Martinique geſchah eben daſſelbe. — Im J. 1601 ward ebenfalls faſt ganz Europa und ein Theil von Aſien durch ein Erdbeben erſchüttert. Wahrſcheinlich pflanzen ſich bei einem ſo großen Erdbeben die Stöße bloß vermittelſt der Spalten und

Riſſe fort, die ſich alſo ungemein weit erſtrecken müſſen, und zum Theil vielleicht unter den Meeren hingehen.

Gewöhnlich hört man bei Erdbeben ein beſonderes Getöſe und Rollen unter der Erde. Die Thiere geben oft eine halbe Stunde und länger vorher Zeichen der Furcht: die Pferde wiehern und reißen ſich aus dem Stalle los, die Hunde heulen, die Vögel flüchten in menſchliche Wohnungen, die Mäuſe kriechen aus ihren Löchern. Die Waſſer der Brunnen und Quellen werden oft vorher trübe, oder es fährt zuweilen auch ein feiner Dunſt aus der Erde, welcher denen, die im Freien gehn, die Füße verhüllt, wobei ſie die Empfindung haben, als wenn ſie jemand veſt hielte.

Oft öffnet ſich bei heftigen Erdbeben zuletzt die Erde, und ſpeiet Rauch, Flamme, Aſche und Steine hervor. Dieß deutet, ſo wie mehrere ihrer vorher erzählten Wirkungen, auf eine Aehnlichkeit zwiſchen ihnen und den feuerſpeienden Bergen (Vulkanen). In der That kann man auch den Zuſammenhang zwiſchen dieſen beiden furchtbaren Naturerſcheinungen nicht bezweifeln. Zwar giebt es in einigen, beſonders warmen, Gegenden, wo auch keine Vulkane ſind, dennoch Erdbeben; aber in keinem Lande, es ſei heiß oder kalt, fehlt es an Erdbeben, wenn ſich Vulkane daſelbſt befinden. Sehr oft gehen Erdbeben vor den Ausbrüchen der feuerſpeienden Berge vorher, und hören dann auf, ſobald der Feuerauswurf eines benachbarten Vulkans beginnt: ein unſtreitiger Beweis, daß die unterirdiſchen Geburtsſtätten von beiden zuſammenhängen.

Die feuerſpeienden Berge finden ſich nicht ſo gewöhnlich, wie die übrigen Gebirge in fortlaufenden Ketten beiſammen, ſondern ſtehen meiſtentheils einzeln. Ihr oberer Theil iſt am häufigſten zugeſpitzt und kegelförmig, wie der Pik auf Teneriffa, und überhaupt ſind die ſogenannten Piko's, oder einzelnen, hohen, kegelförmigen Berge wohl nichts weiter als noch brennende, oder verloſchene Vulkane. Oben auf der Spitze der Vulkane findet man allezeit eine anſehnliche Vertiefung, die oben weiter als unten iſt, den **Krater** oder **Trichter**. Die Größe und Beſchaffenheit dieſer Mündung ändert ſich oft bei den vulkaniſchen Ausbrüchen: der Krater des Veſuv hatte im Jahr 1759 einen Umfang von 2400, im Jahr 1779 aber nur von 280 Schritt. Zuweilen erzeugen ſich in dieſen Trichtern neue kleine Berge, die wieder ihre eigene Trichter haben, und man kann, wiewohl mit einiger Gefahr, bis zu einiger Tiefe in ſie hinabſteigen. Spallanzani that von dem äußerſten Rande des Kraters einen Blick in das Innere des Aetna; Er ſah hier eine große Höhle, deren Boden eine faſt waagerechte Fläche von faſt einer Meile im Umfange bildete. In dieſer

Ebene befand ſich eine kreisrunde Oeffnung von etwa fünf Ruthen im Durchmeſſer. Aus dieſer Oeffnung hob ſich eine große Rauchſäule empor und man konnte mit der größten Deutlichkeit eine flüſſige brennende Maſſe erblicken, welche anhaltend, aber ganz mäßig, aufwallte, kochte, ſich im Kreiſe herumtrieb und wieder niederſank, ohne ſich doch bis auf die ebene Fläche zu verbreiten. Dieſen beſtändigen, nicht ſehr ſtarken, Rauch findet man gewöhnlich bei den Vulkanen, wenn ſie in Ruhe ſind; denn die meiſten werfen nicht immerfort, ſondern nur von Zeit zu Zeit, bisweilen in ſehr langen Zwiſchenräumen, ihre Feuer aus.

Solch ein Ausbruch kündigt ſchon vorher durch ein dumpfes Knallen im Innern des Vulkans an, welches eine Art von Takt oder Zeitmaaß zu beobachten ſcheint. Dieſes Getöſe wird immer ſtärker und gleicht zuletzt den heftigſten Donnerſchlägen. Der ganze Berg und die umliegende Gegend werden dadurch oft ſo erſchüttert, daß in nahe gelegenen Häuſern Thüren und Fenſter aufſpringen. Indeſſen wird der Rauch über dem Trichter immer dichter, ſteigt immer höher, und nimmt oft zuletzt die Geſtalt einer in viele Aeſte ausgebreiteten Fichte an. Neben dem unterirdiſchen dumpfen Donner, der aus der Erde hervordringt, erfüllt ein grauenvolles Geheul und Sauſen die Luft, und das Meer geräth in eine ſchwankende Bewegung. Endlich erfolgt der eigentliche Ausbruch. Eine ungeheure Feuerſäule, mit einer dicken Rauchmaſſe umgeben, ſteigt oft in einer Stärke, daß ſie dem Winde nicht mehr nachgiebt, mehrere tauſend Fuß hoch empor. Große Felſenſtücke werden, wie man aus der Zeit ihres Fallens berechnen kann, gegen zehntauſend Fuß hoch von dieſem gewaltſamen Feuerſtrom emporgeſchleudert, und kleinere Steine erheben ſich noch zu einer viel beträchtlicheren Höhe. Nach allen Richtungen wirbelt ſich der Rauch. Ein Regen von brennbaren Stoffen verſtärkt die ſcheinbare Größe der Feuerwolke. Der ganze Berg verwandelt ſich zuweilen in eine feurige Halbkugel, oder verſchwindet in einem rothen glühenden Dampfe. Von allen Seiten wird die Maſſe des Feuers und des Rauchs von Blitzen durchſchnitten, die theils aus der Erde, theils aus der Luft zu kommen ſcheinen. Nur alsdann erſt, wenn große Ströme von geſchmolzenen Mineralien, die Laven, aus der obern Mündung, oder, welches gewöhnlicher der Fall iſt, aus neu zerſprengten Oeffnungen an der Seite des Berges hervorbrechen, pflegt ſich ſein Toben zu mildern.

Ob ſich gleich die Wirkungen der Vulkane nicht ſo weit, wie die Folgen der Erdbeben erſtrecken; ſo zeigen ſie ſich doch in ziemlichen Entfernungen. Im Jahr 1767 verbreiteten ſich, bei einem Ausbruche des Veſuvs, Aſche und Kohlen bis über Neapel und

fielen auf Schiffe 20 Seemeilen weit von der Küſte. Der erſte Ausbruch dieſes Berges den unſre Geſchichte kennt, im Jahr 79 der jetzigen Zeitrechnung, verſchüttete die Städte Pompeji, Herculanum und Stabiä, deren Ueberbleibſel man jetzt aus der Erde, zum Theil über 100 Fuß tief, hervorgräbt. Man hatte bis dahin niemals von einem Feuerauswurfe des Veſuvs gehört; ſonſt wäre auch wohl das ſehr alte Herculanum nicht ſo nahe an ſeinem Fuße erbauet worden: dennoch hat man bei dem Aufgraben dieſer Stadt in neuern Zeiten gefunden, daß ſie mit Lava gepflaſtert war, ja unter Pompeji fand man deutliche Spuren eines ehemaligen Lavaſtroms. Alſo muß der Veſuv in den älteſten Zeiten, von denen keine Kunde bis zu uns gelangt iſt, ſchon gebrannt, hernach aber mehrere Jahrtauſende ſich ruhig verhalten haben, bis er wieder zu einem ſehr wirkſamen Vulkan geworden iſt, von dem man bloß in dieſem Jahrhundert dreizehn Ausbrüche zählt.

Daß ſolche Unterbrechungen bei feuerſpeienden Bergen nicht unmöglich ſind, zeigt auch die Geſchichte des Hekla auf Island, der von 1693 bis 1766 geſchwiegen hat, und der Aetna in Sicilien. Der erſte Ausbruch deſſelben, wovon wir Nachricht haben, ereignete ſich vor etwa drittehalbtauſend Jahren; aber zwiſchen den Jahren 1447 und 1530 alſo faſt ein ganzes Jahrhundert, war er ſo ruhig, daß man ſchon anfing die ältern Berichte von ihm zu bezweifeln. Seit dieſer Zeit hat er durch häufige und ſtarke Ausbrüche, wovon die neueſten in den Jahren 1755, 1766, 1769 und 1787 erfolgt ſind, dieſe Zweifel überflüſſig widerlegt. Einer der heftigſten Brände des Aetna ereignete ſich im Jahr 1693. Es wurden dabei, beſonders durch die damit verbundenen Erdbeben, 16 Städte und 18 Landgüter mit Menſchen und Vieh verſchlungen, viele andere verwüſtet und 90000 Menſchen kamen dabei ums Leben. —

Die Urſachen dieſer großen und furchtbaren Begebenheiten liegen ohne Zweifel in den entzündbaren Materien unter der Erde. Die Schwefelkieſe, welche vorzüglich aus Eiſen und Schwefel beſtehn, erhitzen ſich, wenn ſie in beträchtlicher Menge beiſammen liegen, und Luft nebſt Feuchtigkeit darauf wirken, von ſelbſt bis zum Ausbruche einer Flamme. Daher kann man auch einen feuerſpeienden Berg im kleinen hervorbringen, wenn man eine anſehnliche Menge gepülverten Schwefel, mit eben ſo viel Eiſenfeile vermengt, zur Sommerszeit in einem mit Leinwand bedeckten Topf in die Erde vergräbt, worauf nach einigen Tagen Schwefeldämpfe und zuletzt Flammen erfolgen. Da nun die Schwefelkieſe in großer Menge unter der Erde vorhanden ſind, ſo hat man großen Grund ſie für den Zunder des unterirrdiſchen Feuers zu halten; und die Menge von Schwefel und Schwefelſäure, die

man in der Nähe der Vulkane ſo häufig anzutreffen pflegt), beſtätigen dieſe Vermuthung. Zur Unterhaltung des Feuers aber möchten wohl die Schwefelkieſe nicht hinlänglich ſeyn, da ſie nicht in großen Maſſen angetroffen werden; aber Steinkohlen, Alaunſchiefer und andre von Erdharz durchdrungene Stoffe, welche in gewaltiger Menge unter der Erdfläche befindlich ſind, liegen ſehr häufig in der Nachbarſchaft der Schwefelkieſe, und können alſo einen von dieſen veranſtalteten Brand lange genug ernähren, wodurch dann Erdbeben und vulkaniſche Ausbrüche verurſacht werden können. Das Daſeyn erdharziger Stoffe bei den Vulkanen verräth ſich ebenfalls ſehr deutlich durch die großen Vorräthe von Salmiak und flüchtigem Laugenſalze die man in ihrer Nähe antrifft. Steinkohlen und Torf enthalten dieſes flüchtige Laugenſalz, wovon ſich in den Schwefelkieſen keine Spur befindet, und wenn ſich dieſes Salz mit Kochſalzſäure, die ihm wohl am gewöhnlichſten von dem Meereswaſſer dargereicht wird, verbindet, ſo entſteht der Salmiak. Der dicke ſchwarze Rauch der Vulkane hat mit dem Steinkohlenrauche auffallende Aehnlichkeit: auch hat man an mehrern Vulkanen, z. B. am Aetna ſelbſt, Steinkohlengruben, und bei einigen andern Spuren von erdharzigen Stoffen entdeckt. Da die Luft keinen freien Zugang zu dem unterirrdiſchen Brande hat, ſo kann der ungeheure Vorrath von Brennſtoff nur ſehr langſam verzehrt werden. Die größte Wirkſamkeit des Brandes rührt von der aus den brennenden und erhitzten Mineralien entwickelten brennbaren Luft, deren Gegenwart auch das ſchöne Farbenſpiel der Flamme erhöht, ſo wie von andern auf dieſe Art erzeugten und im Schooße der Erde eingeſchloſſenen Luftgattungen her. Vor dem Ausbruche des Veſuvs im Jahr 1767 zeigte ſich eine nicht athembare Luft in der königlichen Kapelle zu Portici und tödtete einen Bedienten, der die Thür öffnete: auch bemerkte Hamilton eine um dieſelbe Zeit in einem dortigen Thiergarten. Auch mag das Waſſer bei dieſen Erſcheinungen ſehr thätig ſeyn: wenn ein wenig kaltes Waſſer in einen Metallfluß fällt, ſo fliegt Alles mit ſo heftigem Gepraſſel umher, daß es ein ganzes Gießhaus umwerfen kann; nothwendig muß alſo das durch Regen auf feuerſpeienden Bergen geſammelte Waſſer, wenn es zufällig zu den unterirrdiſchen Feuerheerden hineindringt, daſelbſt durch ſeine plötzliche Auflöſung in elaſtiſche Dämpfe ähnliche Wirkungen hervorbringen. Wirklich hat man auch häufig beobachtet, daß die Ausbrüche der Vulkane durch heftige Regengüſſe befördert und verſtärkt werden. Die Elektricität, deren Erſcheinungen oft bei Erdbeben und den Ausbrüchen feuerſpeiender Berge bemerkt worden ſind, ſcheint doch mehr zu den begleitenden Umſtänden, als zu den Urſachen dieſer Begebenheiten zu gehören.

Die

Die Laven, mit deren Ausbruche gewöhnlich das Toben der Vulkane nachläßt, fließen entweder wie ein Schaum aus dem Krater ſelbſt hervor, oder ſie brechen, ſchon mehr geronnen, an den Seiten oder dem Fuße des Berges mit einem heftigen Knalle ſich durch. Sie bilden Ströme von einer höchſt zähen, dickflüſſigen Maſſe, deren Geſchwindigkeit anfangs am größten iſt, aber nur ſelten über 3000 Fuß in einer Stunde beträgt; doch fand man ſie am 28ſten März 1762 dreimal ſo groß. Bei der Nacht ſieht man die Lava wie einen brennenden Strom in rothem Feuer gleichen; bei Tage iſt ſie, wenn ſie fließt, mit Rauch und Dampf bedeckt. Sie wird an der Oberfläche und am Rande hart, ſo bald ſie mit der Luft in Berührung kommt; der innere flüſſige Theil durchbricht dieſe Rinde, fließt darüber hinweg und nimmt auf dem Abhange zuweilen eine ganz andere Richtung. Endlich bleibt die verhärtete Oberfläche auf beiden Seiten ſtehn, hängt ſich an den Berg an, und bildet ein Gewölbe, unter welchem nun die übrige Lava fortfließt. Oder es trennt ſich, beſonders bei ſchwächeren Laven, die ſchon dreißig bis vierzig Schritt weit von ihrem Urſprunge erhärten, die Oberfläche in regelloſe Stücken, die auf den Seiten herabfallen und eine Art von Kanal bilden, worin der noch flüſſige Theil ſich fortbewegt. Auch dieſer erhärtet ſich an der Oberfläche, zerſtückelt ſich dann, und die neuen auf die Seite fallenden Schichten machen den Kanal tiefer und weiter. Nun bleibt die flüſſige Maſſe auf dem Grunde, iſt mit veſten von ihr fortgeführten Stücken bedeckt, und das Ganze gleicht einem fortrollenden Steinhaufen. Je breiter der Strom bei ſeinem Fortgange wird, deſto langſamer fließt er, bis ſich endlich ſein ganzes Fortſchreiten bloß dadurch zeigt, daß die inwendig angehäufte Maſſe die äußere Theile zerbricht, und mit einem Geräuſche, als wenn Ziegelſteine durch einander geworfen werden, aus denſelben hervorſtürzt.

Die ſtärkſten Laven, beſonders die unten ausbrechenden, bleiben länger weich, zerſtückeln ſich daher weniger; aber deſto rauher iſt ihre Oberfläche. Bei jedem Hinderniſſe müſſen ſie ſich anhäufen, ehe ſie es überſteigen können: die erhärtende Oberfläche zerbricht ſich und bildet ſich zu Hügeln, Brücken, Gewölben und tauſendfachen andern Geſtalten. Noch unordentlicher gerathen dieſe Bildungen, wenn die Laven ins Waſſer treten. Der erſte hineinfließende Theil erhärtet ſich augenblicklich, die übrige Maſſe muß ſich hinter ihm anhäufen, um über jenen fortzuſtürzen: ſo nimmt das Ganze immer an Höhe zu und die Lava bildet eine ſteile mit Klippen beſetzte Küſte. So hat der Aetna zuweilen durch ſeine Laven einen bequemen Hafen bei Catania gebildet, aber auch wieder zerſtört.

Die Laven bleiben erſtaunlich lange heiß. Ihre Oberfläche glüht mehrere Tage, und

das Innere oft Monate lang; oder bleibt doch ſo heiß, daß ein Stock, womit man die Rinde durchſticht, brennend herausgezogen wird. Am Orte des Ausbruchs iſt die Hitze ſo ſtark, daß man zuweilen nach einem Jahre noch nicht die Hand auflegen kann. Die Lave, welche der Aetna im Jahr 1614 auswarf, floß zehn Jahre lang ſtets mit einer geringen Bewegung fort, und kam während dieſes ganzen Zeitraums nur zwei italieniſche Meilen weit. Allmählig, aber zum Theil äußerſt langſam zerfallen die Laven oben in eine ſehr fruchtbare Erde.

Die Oberfläche der Erde wird durch die feuerſpeienden Berge mit neuen Erzeugniſſen bereichert, wovon uns ein Theil ganz fremde ſein würde. Die erſte Hauptabtheilung dieſer Erzeugniſſe machen diejenigen Stoffe aus, die weſentlich zu den Vulkanen gehören, auf welche das unterirdiſche Feuer unmittelbar gewirkt hat, und welche den Zuſtand, worin wir ſie jetzt finden, bloß den Wirkungen unterirdiſcher Entzündungen verdanken. Aeußerſt merkwürdig iſt es, daß es in dieſer Klaſſe ſehr viele Stoffe giebt, die ganz unſtreitig durch das vulkaniſche Feuer flüſſig geworden ſind und dennoch hernach beim Erkalten ſo gänzlich zu ihrem vorigen Zuſtande zurückkehren, daß man ſie von ähnlichen Steinen, die dieſe Feuerprobe nicht erlitten haben, durchaus nicht zu unterſcheiden im Stande iſt. Wie wunderbar iſt es nicht, daß Steine, die ohne Zweifel flüſſig geweſen waren, weil man ſie aus dem friſchen Laveſtrom eines brennenden Vulkans genommen hatte, doch kein Kennzeichen irgend einer erlittenen Veränderung an ſich tragen, und daß man in dieſer breiartigen Flüſſigkeit, nachdem ſie erkaltet iſt, nicht bloß in anſehnlicher Tiefe, ſondern ſelbſt nahe an der verglaſeten und verſchlackten Oberfläche, Steine antrifft, die ihren urſprünglichen erdigen oder kieſeligen Bruch, oder ihr ſchuppiges Gewebe, ihr körniges Anſehen, ja ſogar ihren thonichten Geruch, nach ihrer Schmelzung, doch wieder ganz unverſehrt zeigen. Hier zeigt ſich eine Eigenthümlichkeit in der Wirkungsart des unterirdiſchen Feuers, die der Menſch bis jetzt nicht nachzuahmen vermogt hat. Andere vulkaniſche Stoffe erleiden indeſſen durch die Wirkungen des unterirdiſchen Feuers ſehr merkliche Veränderungen. Sehr viele werden verglaſet und zeigen ſich hernach als vollkommene dichte Glasſtücke von allerlei Farben, oder wenigſtens als glaſicht: einige wieder durch die Beimiſchung größerer oder kleinerer Luftblaſen blaſicht, ſchlackicht, oder blaſicht verglaſet, z. B. der Bimſtein: einige werden durch das äußerſte Aufblähen und durch die Zerreibung gleichſam gepulvert, wie die ſogenannte vulkaniſche Aſche: andere werden durch das Schmelzen zuſammengekittet: noch andere verkalkt. Außerdem entwickelt ſich gewöhnlich vor einem Ausbruch durch die

Wirkungen des unterirdiſchen Feuers auf die von denſelben geſetzten Stoffe eine Menge von verſchiedenen Luftarten, ſchweflichtſaures, ſalzigſaures, kohlenſaures, brennbares, Schwefelleber- und Stick-Gas, ſo wie ſich nach dem Ausbruche diejenigen Stoffe erheben, welche bei den in vulkaniſchen Feuerherden fortdauernden Grade von Hitze aufzuſteigen im Stande ſind z. B. Schwefel, erdharziges Oel, ſalzſaure und ſchwefelſaure, erdige, metalliſche und Mittel-Salze, Natron und metalliſche Stoffe. Unter den Laven und Verglaſungen bilden ſich einige zu regelmäßigen, ſäulenförmigen, tafelförmigen oder kugelförmigen, andere hingegen, ſo wie auch einige Schlacken, zu ſehr ſonderbaren und auffallenden Geſtalten.

Im ſtrengſten Verſtande kann man freilich, nur die bisher angeführten durch die unmittelbare Wirkung unterirdiſcher Feuer geſchmolzenen, verglaſeten, verſchlackten, entbundenen und geſtalteten Stoffe als Erzeugniſſe der feuerſpeienden Berge anerkennen; indeſſen rechnet man, nicht ohne Grund, auch diejenigen dazu, die theils von dem Feuer gar keine Schmelzung oder ſonſtige Veränderung erlitten haben, aber aus der Tiefe der Erde, wo ſie ſich ſonſt noch befinden würden, doch bloß durch vulkaniſche Entzündungen, auf die Oberfläche derſelben gebracht, theils nicht ſowohl von dem vulkaniſchen Feuer, als vielmehr durch die Wirkung der bei ſeinem Brande ſich entwickelnden ſchwefelſauren Dämpfe verändert oder entſtanden ſind, theils endlich die ſämmtlichen bisher angeführten Erzeugniſſe der Vulkane, wenn ſie ſich auch nicht mehr in ihrem urſprünglichen Zuſtande befinden, ſondern ſchon durch die Einwirkung der Atmoſphäre, oder durch fremdartige Stoffe, die ſich in ihren Klüften und Höhlungen abgeſetzt haben, verändert worden ſind.

Nicht ſelten vereinigt ſich Waſſer mit den übrigen von den Vulkanen ausgeworfenen Stoffen, und verändert ihre Beſchaffenheit und ihre Wirkungen und bringt ganz neue eigenthümliche hervor. Beim letzten Ausbruch des Veſuv 1794 zog der Berg die über ihm hängenden Wolken ſo ſtark an, daß ſie ſich in einem ſchweren Wolkenbruche auf ihn hinabſtürzten und mit der friſch ausgeworfenen Aſche und dem glühenden loſen Geſtein eine Art von Lave bildeten, die in verſchiedenen Ströhmen den Thälern zueilte, an einigen Orten über 30 Fuß hoch ſtand, eine Menge ſchöner Weinberge verdarb, und 1250 bis 2500 Fuß breit war. Sobald die wäſſerigen Theile durch die innere Hitze dieſer Lave verflüchtigt waren, vereinigte ſich die ganze Maſſe zu einem veſten und ſteinartigen harten Körper. Eben ſo drang 1631 ein Theil Waſſer aus dem Meere in den Veſuv, und der Berg ſpie es ſiedendheiß wieder aus, und man fand an den Stellen, wohin ſich der ſiedende Waſſerſtrom ergoſſen hatte, gekochte und gebrühete Seefiſche und Schaalthiere. Auch aus dem

Aetna ergoß ſich bei dem Ausbruche 1763 eine große Menge Meerwaſſer. Bei den Vulkanen in Peru floß 1743 das vom vulkaniſchen Feuer geſchmolzene Eis und der vieljährige Schnee herab und verheerte eine große Strecke Landes, worauf Menſchen und Vieh umkamen. In Island ward 1721 beim Ausbruche des Köttugiaa und 1728 beim Ausbruche des Oeráfa eine Menge von geſchmolzenen Schnee und Eiſe nebſt vielem Sande über die Viehweiden bis ins Meer geführt; vieles Vieh ward von der Fluth erſäuft und gekocht, denn das Waſſer war ſiedendheiß. Doch bleibt auch ſehr oft von dem Waſſer, welches die Vulkane auf Island bei ihren Ausbrüchen ausgeſpien haben, nach der Verdünſtung eine beträchtliche Menge Salz auf dem Boden zurück! ein Beweiß, daß auch hier das Waſſer aus dem Meere in die feuerſpeienden Berge übergeht.

Wahrſcheinlich ſind die heißen Quellen, die ſich in einigen vulkaniſchen Gegenden finden, ebenfalls ein Erzeugniß des unterirdiſchen Feuers: In Island ſind ſie vorzüglich häufig und vor allen iſt daſelbſt der Geiſer berühmt, aus welchen eine Waſſermaſſe faſt neun Fuß im Durchmeſſer, zuweilen gegen 100 Fuß emporſteigt, und wohl gar anſehnliche Steine mit ſich hinaufreißt. Dieſe ſonderbare Quelle fließt aber nicht ununterbrochen, ſondern in Abſätzen, und ſteigt nicht immer gleich hoch. Vor und bei jedem Abfluß hört man ein ſtarkes unterirdiſches Getöſe, das dem Knall großer Feldſtücken ähnlich iſt, oft Erderſchütterungen veranlaßt, und nicht nur an der Quelle ſelbſt, ſondern auch in den benachbarten Bergen hörbar wird. Wahrſcheinlich entwickeln ſich hier im Innern des Vulkans allerlei Dämpfe und Luftarten, die ſich aus unterirdiſchen Riſſen und Spalten entwickeln, oder in dieſelben hineindringen, deren Wände erſchüttern, dadurch das unterirdiſche Getöſe verurſachen, beim Hinaufſteigen zu Waſſerbehältern gelangen und aus dieſen das Waſſer durch ihren gewaltſamen Druck in die Höhe preſſen. So bald aber dieſe Luftarten ſelbſt bis zur Atmoſphäre gelangen oder dieſe Dämpfe ſich verdichten, muß das Waſſer zu fließen aufhören, bis eine neue Luft- oder Dampf-Entwickelung einen neuen Druck auf daſſelbe verurſacht.

Zu den merkwürdigſten vulkaniſchen Erzeugniſſen gehören unſtreitig die feuerſpeienden Berge ſelbſt; denn es iſt ſehr wahrſcheinlich daß ein großer Theil von ihnen in Ebenen gleichſam ſich ſelbſt hervorgebracht habe. Wenn durch unterirdiſches Feuer aus irgend einer Oeffnung ſelbſt in einer vollkommenen Ebene die Maſſen der Unterwelt empor geſchleudert werden, ſo fallen ſie natürlich größtentheils um den Rand derſelben zurück, ſammeln ſich daſelbſt an, erhöhen und verengen die Seiten des Schlundes und bilden auf dieſe Art

die ſogenannten vulkaniſchen Piko's. Wird endlich der Schlund zu hoch und zu eng; ſo ſenkt ſich entweder ſeine Unterlage, ſein oberer Theil ſtürzt hinab und erweitert wieder die Mündung; oder der Feuerguß durchbricht neue Öffnungen am Fuße oder an den Seiten des Vulkans, aus welchen neue kleine Berge, gleichſam wie Kinder des Muttergebirges hervorgehn. Der Aetna z. B. iſt von mehr als vierzig kleinern Bergen umgeben, deren trichterförmige ausgehöhlte Gipfel hinlänglich bezeugen, daß auch ſie ihren Theil zu den großen Lavegefilden der umliegenden Gegend beigetragen haben. Erwägt man nun, daß die Hauptvulkane ſehr oft eine Höhe von fünftauſend und zuweilen von mehr als zehntauſend Fuß über der Erdfläche erreichen; ſo kann man leicht daraus ſchließen, welche ungeheuern Höhlen ſich in dem Mittelpunkte dieſer Berge durch alle dieſe Auswürfe gebildet haben müſſen, und man darf ſich daher nicht darüber wundern, daß vulkaniſche Berge oder Inſeln zuweilen, beſonders bei Erdbeben, einſtürzen und gewöhnlich einen See an ihrer Stelle zurück laſſen.

Dieſe ungeheure emporgeſchleuderte Maſſe, ſo wie die Gemeinſchaft mit dem Meere oder mit andern unterirdiſchen Waſſerbehältern, die bei allen Vulkanen zu vermuthen, bei vielen erwieſen iſt, deuten auf eine gewaltige Tiefe der vulkaniſchen Heerde. Zuweilen hat auch wohl ein einziger Berg mehrere Heerde in verſchiedener Tiefe, denn warum, ſollten nicht mehrere unter ihm gelegene Steinkohlenlager zu gleicher Zeit brennen können? Noch giebt es indeſſen keinen entſcheidenden Beweis dafür, daß die Vulkane jemals den Granit und andere uralte Gebirgsarten durchbrochen hätten. Zwar finden ſich dieſelben unläugbar in einigen Laven, aber da die erdharzigen Stoffe, Steinkohlen u. ſ. w. oft unmittelbar mit uralten Gebirgen zuſammenhängen, ſo können ihre Steinlagen in den Heerd des Vulkans hinabfallen und mit den Laven emporgeſchleudert werden. Größtentheils aber beſtehn die Laven aus denen Beſtandtheilen, die dem über den Steinkohlen gewöhnlich gelagerten Geſtein eigenthümlich ſind, aus Kieſelerde, Thonerde, Kalkerde, Bitterſalzerde und Eiſenkalk.

Bei den großen Höhlungen, die unter den Vulkanen unausbleiblich entſtehn müſſen, darf man ſich nicht wundern zwiſchen den Heerden derſelben zuweilen einen Zuſammenhang zu finden. Die Solfatara ein Feld von 1400 Fuß Länge und 900 Fuß Breite auf einer Anhöhe in der Gegend von Neapel, deſſen Grund hohl iſt, und von welchem ein ſaurer Schwefeldampf aufſteigt, ſcheint mit dem Veſuv in Verbindung zu ſtehn, denn das Feuer von beiden nimmt immer zugleich an Heftigkeit zu. Auch finden ſich Spuren von einer

ähnlichen Gemeinſchaft zwiſchen dem Aetna und den lipariſchen Inſeln, ſo wie zwiſchen jenem und den unterirdiſchen Feuerheerden Kalabriens. Doch kann man hieraus noch keinesweges auf einen allgemeinen Zuſammenhang aller feuerſpeienden Berge auf dem ganzen Erdboden ſchließen.

Aus dieſem Allen erhellt überflüſſig, daß die noch jetzt vorhandenen Vulkane einen großen Antheil an der Geſtalt und Beſchaffenheit der Erdfläche haben; aber ſie machen bei weitem, die geringere Anzahl unter dieſen Werkzeugen des unterirdiſchen Feuers aus.

Man findet noch viel mehr ausgebrannte oder erloſchene Vulkane, die man wegen ihrer vulkaniſchen Geſtalt und wegen der vulkaniſchen Erzeugniſſe nur um ſie her, nicht verkennen kann. Am häufigſten und deutlichſten ſind ſie im ſüdlichen Frankreich, in Auvergne, Velay, Vivarais und an dem ganzen mittelländiſchen Meere. In Italien befindet man ſich faſt allenthalben auf vulkaniſchen Boden. Die ganze Küſte von Kampanien die Katakomben von Rom, das vicentiniſche, paduaniſche, voneſiſche ſelbſt das florentiniſche Gebiet zeigen Spuren von Vulkanen, die ehemals unter dem Meere gebrannt zu haben ſcheinen. In Deutſchland finden ſich Spuren davon in Heſſen bis zum Rhein; in den beiden Gebirgsreihen, zwiſchen welchen dieſer Fluß von Rüdesheim bis Bonn ſtrömt, bei Neuwied und Andernach. Wenn der Säulenbaſalt ein Erzeugniß des unterirdiſchen Feuers iſt, ſo war auch das ſächſiſche Erzgebirge nebſt den benachbarten Gegenden ehemals ein Heerd deſſelben. In Böhmen hat man bei Eger einen ausgebrannten Vulkan gefunden. Die ganze apenniniſche Bergkette enthält auf beiden Seiten erloſchene Vulkane. In der ganzen Gegend von Syrien bis Diarbekir hat man Spuren ehemaliger Vulkane; nicht weit von Aleppo einen noch brennenden Berg, auf Cypern ſchwammigte und dichte Lava angetroffen. Beim Gebirge Taurus in Aſien, im öſtlichen Sibirien, im nördlichen China, in Kamſchatka, auf den aſiatiſchen Inſeln finden ſich nicht wenige theils brennende theils verloſchene Vulkane. Die Inſeln in Nordweſten von Afrika und einige Gegenden der Barbarei ſind nicht minder durch Vulkane verändert worden. Auf den Cordilleras in Südamerika und auf den Inſeln des großen Weltmeers finden ſich ebenfalls deutliche vulkaniſche Spuren.

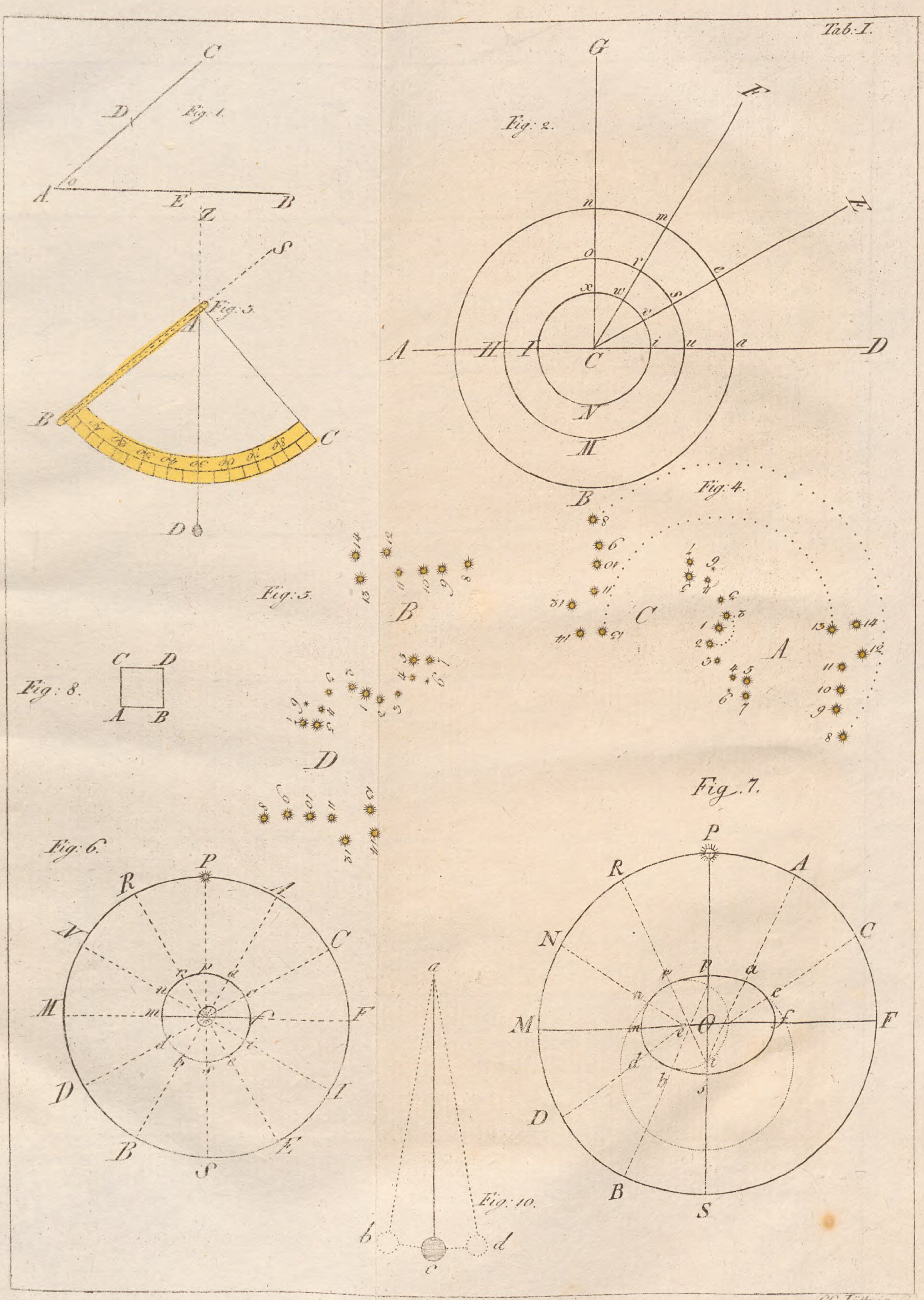
Man hat wenigſtens funfzig Lehrgebäude darüber, wie die Erde durch mancherlei Veränderungen zu ihrer jetzigen Geſtalt gelangt ſei, und wie es ehemals, bis zum erſten Anfange der Welt, auf ihr ausgeſehn habe. Der unwiderleglichſte Theil in dieſen Schriften iſt gewöhnlich derjenige, worin der Verfaſſer die Unzulänglichkeit und Unwahrſcheinlichkeit aller übrigen Muthmaßungen auſſer der ſeinigen beweiſet. Was ſich mit Gewißheit

über die Veränderungen der Erde ſagen läßt, und wovon die Beweiſe ſchon in den vorigen angeführt ſind, läßt ſich auf folgende wenige Sätze bringen. 1) Die Geſtalt welche die Erde bei ihrem erſten Beginnen hatte, iſt ungewiß, aber durch Umdrehung um ihre Achſe hat ſie die Geſtalt einer abgeplatteten Kugel annehmen müſſen. 2) Der Granit ſcheint da geweſen zu ſeyn, ehe organiſche Geſchöpfe die Erde bewohnten: er macht, ſo weit unſere bisherigen Nachforſchungen reichen, die innerſte und tiefſte Grundlage der Erdrinde aus. 3) Ein großer Theil unſers jetzigen veſten Landes war ehemals Meeresgrund, und ſcheint dieſes ſehr lange geweſen zu ſeyn; doch muß an vielen Orten, wo jetzt veſtes Land iſt, und ehemals Meergrund war, in noch früheren Zeiten ſchon einmal veſtes Land geweſen ſeyn. Erderſchütterungen und unterirdiſche Feuer haben an den Veränderungen der Erdfläche großen Antheil gehabt, und an vielen Orten haben alte, jetzt verloſchene Vulkane zu einer Zeit gebrannt, bis zu welcher unſere Geſchichte nicht hinausreicht. 5) Fluthen und Ueberſchwemmungen haben dazu nicht weniger mitgewirkt; insbeſondere ſcheint eine große allgemeine Fluth von Südweſt nach Nordoſt dem jetzigen veſten Lande ſeine Geſtalt gegeben zu haben.

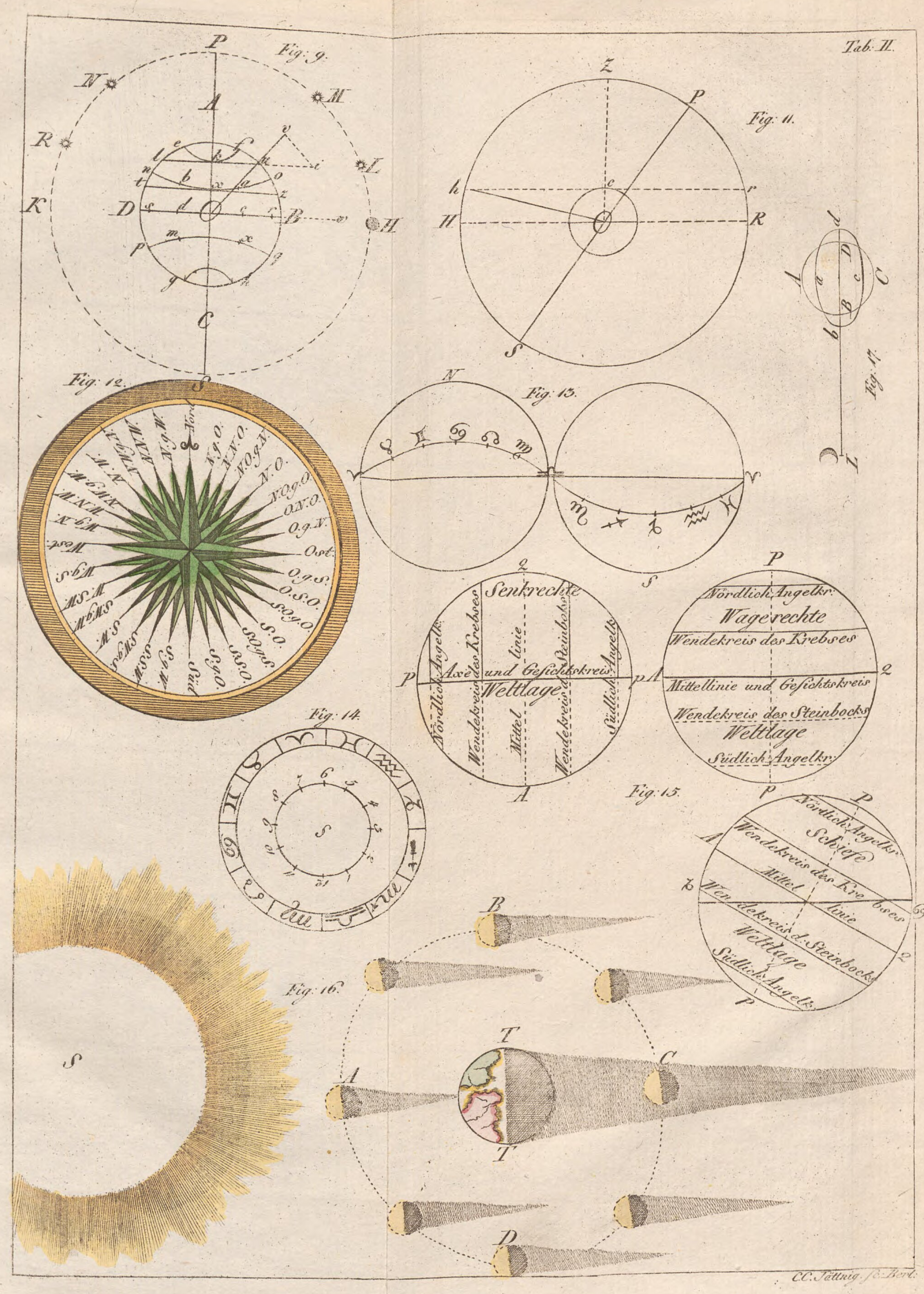
Dieſe Sätze ſcheinen alle Gewißheit zu haben, die man bei dieſem Gegenſtande nur fordern kann; aber es ſind Bruchſtücke, die man nur dadurch zu einem vollſtändigen Lehrgebäude verbinden kann, wenn man die Lücken durch willkührliche Behauptungen und Muthmaßungen ausfüllt, die indeſſen nicht ohne Werth ſind, in wiefern ſie zur weitern Unterſuchung an Thatſachen führen, von denen ſie ihre Beſtätigung oder Widerlegung zu erwarten haben.

So haben wir denn unſern Leſern das Merkwürdigſte von dem Erdkörper ſelbſt erzählt; jetzt iſt es Zeit, daß wir eine nähere Bekanntſchaft mit den Dingen machen, welche man auf ihm antrifft, und daß wir beſonders den Menſchen, die Krone der Erdgeſchöpfe, zu kennen lernen ſuchen.

Bayerische Staatsbibliothek München.



C.C. Jättnig fc.



C.C. Jättnig sc. Berl.

Die Westliche Halbkugel

aus den zuverläſsigſten und neueſten Nachrichten entworfen von D.F. Sotzmann

Erklärung
der Abbreviaturen

B. Bay. By. Berg.
C. Cap, Spitze oder Vorgebürge.
F. oder Fl. Fluſs. Ft Fort.
Gr. Groſs. H. Hafen.
I. Inſel. Is Inſeln.
Ind. Indianer. G. Gouvernement.
Herz. Herzog. K. König. Kn Königinn.
Mb. oder Meerb. Meerbusen. o. auch od. oder.
R. Rio oder Fluſs. S. Sund. St Sanct.
Sta Sancta. Str. Straſse. v. von.
S. wen es bey den Seen steht, heist See.

Päbstliche Demarcations Linie der Portugieſischen und Spaniſchen Länder in Süd America nach den Theilungs Tractat von St Ildefonse 1777 und deſsen Bestätigung durch den Friedens Tractat von Pardo 1778.

Die Oestliche Halbkugel

aus den zuverläſsigsten und neuesten Nachrichten entworfen von D.F. Sotzmann 1797

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bartholdy, Georg Wilhelm,

Anleitung zur mathematischen physischen und Staats-Geographie

Bd.: 1

Berlin 1801

4 Math.a. 18-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10052703-6
VD18 90113802